



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Economia

DA REDUÇÃO DE INSUMOS AGRÍCOLAS À AGROECOLOGIA:
A TRAJETÓRIA DAS PESQUISAS COM PRÁTICAS
AGRÍCOLAS MAIS ECOLÓGICAS NA EMBRAPA

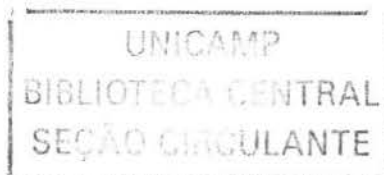
Epaminondas Luiz Borges Filho

Tese de Doutorado apresentada ao
Instituto de Economia da UNICAMP para
obtenção do título de Doutor em Economia
Aplicada – área de concentração:
Desenvolvimento Econômico, Espaço e
Meio Ambiente, sob a orientação do Prof.
Dr. Ademar Ribeiro Romeiro.

*Este exemplar corresponde ao original
da tese defendida por Epaminondas Luiz
Borges Filho em 03/06/2005 e orientado
pelo Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro.*

CPG, 03 / 06 / 2005

Campinas, 2005



2005 17647

UNIDADE BC
 Nº CHAMADA UNICAMP
B644d
 V _____ EX _____
 TOMBO BC/ 65315
 PROC 16-86-03
 C _____ D x
 PREÇO 11,00
 DATA 17-8-03
 Nº CPD _____

Bibid 360987

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO
CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO DO INSTITUTO DE ECONOMIA**

B644d Borges Filho, Epaminondas Luiz.
 Da redução de insumos agrícolas a agroecologia : a trajetória das pesquisas com práticas agrícolas mais ecológicas na EMBRAPA / Epaminondas Luiz Borges Filho. – Campinas, SP : [s.n.], 2005.

Orientador: Ademar Ribeiro Romeiro.
 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.
 Instituto de Economia.

1. EMBRAPA. 2. Agricultura ecológica. 3. Agricultura alternativa. 4. Inovações agrícolas. I. Romeiro, Ademar Ribeiro. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. III. Título.

DEDICO

A MINHA MÃE EMÍDIA E A

MINHA COMPANHEIRA ERICA

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Ademar Ribeiro Romeiro, pela oportunidade de sua orientação e pelo aprendizado adquirido ao longo desses anos. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP – pela concessão da bolsa de estudos.

Aos funcionários do Instituto de Economia pelo apoio, especialmente ao Alberto e à Cida. E, particularmente, a bibliotecária da Embrapa/CNPTIA Leila.

Aos colegas do curso do Instituto de Economia, em especial ao Alexandre Gori, Cláudio, Hipólita e Suzana. E também aos amigos da eterna “diretoria” Pedro, Socorro, Renato, Otávio e Maya, que, mesmo não estando mais em Campinas, sempre estiveram presentes, seja no apoio ou na torcida.

À minha família, especialmente ao meu sobrinho Artur. E à Erica, pelo amor e carinho.

Resumo

Este trabalho analisa de que modo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) incorpora as demandas ambientais na agricultura. Para realizarmos tal tarefa, analisamos *as modificações institucionais ocorridas na Embrapa e as pesquisas conduzidas pela empresa* ao longo dos anos. Partimos do princípio de que a questão ambiental impulsiona novos padrões de competitividade atrelados à qualidade ambiental e, assim, origina e redimensiona novas áreas de pesquisa. Nesse sentido, a temática ambiental configura-se potencialmente não só como um elemento indutor de transformações nas linhas de pesquisa, mas também como um elemento indutor de transformações nas instituições nas quais se desenvolvem essas pesquisas.

Por um lado, a análise das modificações institucionais ocorridas na Embrapa indicou que, no âmbito formal, a incorporação das questões ambientais teve início em meados dos anos de 1980, quando começou um processo de mudanças no modelo organizacional da instituição. Esse processo foi baseado na revisão do modelo da empresa diante das modificações do ambiente geral, que envolvem as transformações no papel do Estado, as mudanças técnico-científicas das últimas décadas, os novos padrões concorrenciais e a globalização dos mercados. O resultado desse processo também foi um reflexo das alterações constatadas pelas instituições públicas de pesquisa agrícola no quadro da agricultura mundial. Tais alterações foram expressas sobretudo através do questionamento do padrão produtivista, que passou a apresentar sinais de esgotamento a partir da década de 1980.

Por outro lado, a análise das pesquisas sob um enfoque ambiental revelou nitidamente o redirecionamento das pesquisas da Embrapa, que diminuiu as pesquisas baseadas no padrão produtivista e se orientou para um novo modelo, marcado por práticas agrícolas mais ecológicas. Num primeiro momento, esse redirecionamento foi devido à necessidade de reduzir o consumo de insumos agrícolas, isto é, o direcionamento da pesquisa foi devido a fatores econômicos e não ambientais. Num segundo momento, o crescimento das pesquisas com tecnologias mais ecológicas foi devido ao agravamento dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Embrapa, agroecologia, agricultura alternativa, agricultura e meio ambiente, dinâmica de inovações na agricultura.

Abstract

This work analyzes in what ways EMBRAPA (BRAZILIAN INSTITUTION OF A RESEARCH) assimilates environmental demands in agriculture. To carry out such a task, we have analyzed the institutional changes that have taken place at EMBRAPA and the research carried out by the institution throughout the years. Our initial hypothesis is that the environmental debate promotes new patterns of competition associated with environmental quality and thus organizes new research fields. In this sense, the environmental issue is potentially characterized not only as an inductive element of changes in research areas, but also as an element that brings about changes in the institutions where these pieces of research are carried out.

On the one hand, analysis of the changes that took place at EMBRAPA has shown that, formally, the inclusion of environmental issues began in the mid 1980's, when a process of changes started in the organizing model of the institution. That process was based on the reformulation of the institution's model due to alterations in the general context which involves the transformations in the role of the State, the technological and scientific changes of the last decades, the new patterns of competition and the globalization of markets. The outcome of that process was also a reflex of the alterations evidenced by public institutions of agricultural research in the worldwide context. Such changes were revealed mainly through the questioning of the productivity pattern which has come to show evidence of exhaustion from the 1980's.

On the other hand, the research analysis focused on the environment clearly showed new ways of conducting research at EMBRAPA, which limited researching activities based on the productivity pattern and adopted a new model characterized by more ecological agricultural practices. Initially, this re-organization was due to the necessity of reducing the consumption of agricultural materials, i.e., the aim of the research carried out by EMBRAPA was the result of economical and not environmental factors. Secondly, the growth of research with more ecological technology was caused by the worsening of environmental impacts.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	XI
INTRODUÇÃO	01
CAPÍTULO 1 – INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA: UMA ABORDAGEM TEÓRICA	
1.1 – INTRODUÇÃO	07
1.2 – A ABORDAGEM CONVENCIONAL	08
1.2.1 – SCHULTZ - MODELO INSUMOS MODERNOS	10
1.2.2 – MODELO DE INOVAÇÕES INDUZIDAS - HAYAMI & RUTTAN	12
1.3 – A ABORDAGEM MARXISTA	19
1.4 – UMA ABORDAGEM EVOLUTIVA	21
1.4.1 – CONCEITOS BÁSICOS DA LITERATURA NEO-SCHUMPETERIANA	21
1.4.2 – FONTES DE INOVAÇÃO E TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS NA AGRICULTURA	24
1.5 – DESEQUILÍBRIOS INDUTORES DAS TÉCNICAS AGRÍCOLAS CONVENCIONAIS..	30
1.6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
CAPÍTULO 2 – A REORGANIZAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE PESQUISA AGRÍCOLA	
2.1 – INTRODUÇÃO	35
2.2 – INSTITUIÇÕES DE PESQUISA COMO ORGANIZAÇÕES QUE APRENDEM EVOLUEM E CRIAM TRAJETÓRIAS.....	36
2.3 – O CONTEXTO INSTITUCIONAL PARA A REORGANIZAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA	38
2.3.1– OS PROCESSOS DE REORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL	40
2.4 – O CONTEXTO INSTITUCIONAL PARA A REORGANIZAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE PESQUISA AGRÍCOLA	42
2.4.1 – O PROCESSO HISTÓRICO DE FORMAÇÃO DO PADRÃO AGRÍCOLA MODERNO	43
2.4.2 – PROBLEMAS AMBIENTAIS OCASIONADAS PELA AGRICULTURA MODERNA	50
2.4.3 – A CRISE DO PADRÃO AGRÍCOLA PRODUTIVISTA	54
2.5 – OUTROS ELEMENTOS DO CONTEXTO INSTITUCIONAL PARA A REORGANIZAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE PESQUISA AGRÍCOLA	56

2.5.1 – O AUMENTO DA DEMANDA POR PRODUTOS AGRÍCOLAS COM APELO AMBIENTAL	57
2.5.2 – A UTILIZAÇÃO DAS REGULAMENTAÇÕES AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO PROTECIONISTA NO COMÉRCIO INTERNACIONAL.....	59
2.5.3 – BASES TÉCNICO-CIENTÍFICAS PARA A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL...	61
2.5.3.1 – A CONCEPÇÃO DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	61
2.5.3.2 – AS TRANSFORMAÇÕES NAS BASES TÉCNICO-CIENTÍFICAS DA AGRICULTURA	63
2.5.3.3 – ABORDAGEM REVOLUCIONÁRIA	64
2.5.3.4 – ABORDAGEM INTERMEDIÁRIA OU AMENA	72
2.5.3.5 – ABORDAGEM DE ALTA TECNOLOGIA	73
2.6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
 CAPÍTULO 3 – AS MODIFICAÇÕES INSTITUCIONAIS SOFRIDAS PELA EMBRAPA AO LONGO DOS ANOS	
3.1 – INTRODUÇÃO	83
3.2 – O SISTEMA DE PESQUISA AGRÍCOLA INTERNACIONAL	84
3.3 – A REESTRUTURAÇÃO DA PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA	87
3.3.1 – PERSPECTIVA HISTÓRICA DA PESQUISA AGROPECUÁRIA	87
3.3.2 – A DÉCADA DE 50 E 60: O PERÍODO PRECURSOR DA EMBRAPA	93
3.4 – A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA EMBRAPA	97
3.5 – O MODELO INSTITUCIONAL	98
3.6 – O SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO E PLANEJAMENTO DE PESQUISA	103
3.6.1 – A PRIMEIRA SISTEMÁTICA DE PLANEJAMENTO	104
3.6.2 – A SEGUNDA SISTEMÁTICA DE PROGRAMAÇÃO DE PESQUISA: O MODELO CIRCULAR	108
3.7 – OS AJUSTES NO MODELO INSTITUCIONAL	110
3.8 – A REFORMULAÇÃO DO MODELO INSTITUCIONAL	113
3.9 – O SISTEMA EMBRAPA DE PLANEJAMENTO – SEP	115
3.10 – CONSOLIDAÇÃO E AMPLIAÇÃO DA REORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL	121
3.11 – ADOÇÃO DA AGENDA INSTITUCIONAL	124
3.12 – O SISTEMA EMBRAPA DE GESTÃO – SEG	125
3.13 – A ESTRUTURA ATUAL DA EMBRAPA	131
3.14 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
 CAPÍTULO 4 – A EVOLUÇÃO DAS LINHAS DE PESQUISA DA EMBRAPA: A BUSCA POR UMA AGRICULTURA MAIS ECOLÓGICA	
4.1 – INTRODUÇÃO	135
4.2 – METODOLOGIA UTILIZADA	136

4.3 – A TRAJETÓRIA DAS LINHAS DE PESQUISA NAS ÁREAS-PROBLEMA	145
4.3.1 – ÁREA-PROBLEMA DE FITOSSANIDADE	145
4.3.1.1 – PRAGAS	147
4.3.1.2 – DOENÇAS, NEMATÓIDES E PLANTAS DANINHAS	154
4.3.1.3 – DEFENSIVOS AGRÍCOLAS	160
4.3.2 – ÁREA-PROBLEMA DE CORREÇÃO E FERTILIDADE DO SOLO	167
4.3.3 – SISTEMA DE CULTIVO	172
4.3.4 – MELHORAMENTO DE PLANTAS	176
4.3.5 – BIOLOGIA DO SOLO	182
4.3.6 – SOLOS (MANEJO E CONSERVAÇÃO)	186
4.3.6.1 – A LINHA DE PESQUISA EM PLANTIO DIRETO	192
4.3.7 – RECURSOS HÍDRICOS	201
4.3.8 – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	203
4.3.9 – MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL	206
4.3.10 – OUTRAS CONCEPÇÕES DE AGRICULTURA	213
4.4 – A TRAJETÓRIA DAS PESQUISAS CONFORME O FOCO AMBIENTAL	219
4.5 – A TRAJETÓRIA DA PESQUISA AGROPECUÁRIA NA EMBRAPA NOS PRÓXIMOS ANOS	226
4.5.1 – O MEIO AMBIENTE E O COMPROMISSO INSTITUCIONAL DA EMBRAPA	227
4.5.2 – AS LINHAS DE PESQUISA CONDUZIDAS NO SEG	228
4.5.3 – A TRANSIÇÃO NA DIREÇÃO DA EMBRAPA	231
4.5.4 – OS NOVOS DESAFIOS DA PESQUISA	233
4.6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	235
 5 – CONCLUSÃO GERAL	 239
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	243
7 – ANEXOS	
ANEXO 01 – NÚMERO DE SUBPROJETOS DESENVOLVIDOS NO PRONAPA 1975 E CLASSIFICADOS PELA EMBRAPA COMO PRIORIDADES NACIONAIS E DE MENOR EXPRESSÃO	256
ANEXO 02 – NÚMERO DE SUBPROJETOS DESENVOLVIDOS NO PRONAPA 1976, CLASSIFICADOS COMO PRIORIDADE NACIONAL, PRIORIDADES REGIONAIS, COMPLEMENTARES E ATIVIDADE ANIMAL	257
ANEXO 03 – NÚMERO DE SUBPROJETOS DESENVOLVIDOS NO PRONAPA 1977, CLASSIFICADOS COMO PRODUTO, COMPLEMENTARES, GRUPO DE RECURSOS E ATIVIDADE ANIMAL	258

ANEXO 04 – NÚMERO DE SUBPROJETOS DE PESQUISA COORDENADOS PELA EMBRAPA EM 1978, 1979 E 1980	259
ANEXO 05 – TOTAL DE PROJETOS POR PROGRAMA NACIONAL DE PESQUISA (PNPs) PERTENCENTES AO MODELO DE PESQUISA CIRCULAR	260
ANEXO 06 – TOTAL DE PROJETOS – EM PORCENTAGEM – POR PROGRAMA NACIONAL DE PESQUISA (PNPs). MODELO DE PESQUISA CIRCULAR	262
ANEXO 07 – NÚMERO DE PROJETOS DE PESQUISA DESENVOLVIDOS NOS PROGRAMAS NACIONAIS DE P&D PERTENCENTES AO SEP	264
ANEXO 08 – NÚMERO DE SUBPROJETOS DE PESQUISA DESENVOLVIDO NOS PROGRAMAS NACIONAIS DE P&D PERTENCENTES AO SEP*	265
ANEXO 09 – ORGANIZAÇÕES ESTADUAIS DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (OEPAS), POR REGIÃO	266
ANEXO 10 – OBJETIVOS DOS MACROPROGRAMAS E A NATUREZA DE SEUS PROJETOS ...	267
ANEXO 11 – UNIDADES ATUAIS DA EMBRAPA E SUA LOCALIZAÇÃO	269
ANEXO 12 – ORGANOGRAMA ATUAL DA EMBRAPA	270
ANEXO 13 – METODOLOGIA UTILIZADA PARA CLASSIFICAR AS PESQUISAS CONDUZIDAS PELA EMBRAPA	271

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura I-01 –	Inter-relações entre mudanças na disponibilidade de recursos culturais, de tecnologia e de instituições	16
Figura II-01 –	Principais países em termos de área com agricultura orgânica, em hectares em 2004	71
Figura II-02 –	Evolução da área com produtos transgênicos, em milhões de hectares	79
Figura II-03 –	Cultivos de transgênicos em comparação com o cultivo tradicional, em 2004	79
Figura II-04 –	Evolução da área cultivada com transgênicos resistentes a insetos e tolerantes a herbicidas: por características	80
Figura III-01 –	Modelo institucional de execução da pesquisa agropecuária no Brasil, adotado pela Embrapa no período de 1974 a 1991	101
Figura III-02 –	Modelo da primeira sistemática de planejamento da Embrapa	105
Figura III-03 –	Modelo circular de programação de pesquisa da Embrapa	109
Figura III-04 –	Modelo simplificado de P&D em Agropecuária	117
Figura III-05 –	Sistema Embrapa de Planejamento	118
Figura III-06 –	Missão institucional e hierarquização dos objetivos da Embrapa	122
Figura III-07 –	Síntese do Sistema Embrapa de Gestão	127
Figura III-08 –	Mudança de paradigma no processo de inovação tecnológica para o agronegócio	130
Figura IV-01 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes a pragas agrícolas, abrangendo estudos da biologia da praga, níveis de danos, levantamento e os métodos de controle	150
Figura IV-02 –	Taxa de aproveitamento de substâncias testadas para cada ingrediente ativo colocado no mercado	152
Figura IV-03 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes a doenças das plantas, abrangendo estudos da biologia do patógeno, níveis de danos, levantamento e os métodos de controle	156
Figura IV-04 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes a nematóides, abrangendo estudos da biologia do nematóide, níveis de danos, levantamento e os métodos de controle	157
Figura IV-05 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes a plantas daninhas, abrangendo estudos da biologia das ervas daninhas, níveis de danos, levantamento e os métodos de controle	158

Figura IV-06 –	Número de pesquisas envolvendo a utilização de defensivos agrícolas (avaliação de resíduos, efeitos toxicológicos e impactos ambientais), realizadas pelo CNPMA (Embrapa Meio Ambiente), por Outras unidades da Embrapa, por Unidades Estaduais de Pesquisa e pelas Universidades	165
Figura IV-07 –	Evolução da área com plantio direto no Brasil e na região dos Cerrados de 1972 a 1992 – em mil hectares	196
Figura IV-08 –	Evolução da área com plantio direto no Brasil e na região dos Cerrados de 1992 a 2003 – em mil hectares	198
Figura IV-09 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes à Agroflorestal, Agricultura Alternativa e Agricultura de Precisão	216
Figura IV-10 –	Evolução dos eixos de pesquisa conduzidas pela Embrapa, conforme o foco ambiental, no período de 1978-2002	226
 QUADROS		
Quadro III-01 –	Rede de Institutos Internacionais de Pesquisa Agropecuária	86
Quadro III-02 –	Fluxo da programação da pesquisa previsto no SEG	128
Quadro IV-01 –	Eixos de pesquisa com suas respectivas linhas de pesquisa	222
Quadro IV-02 –	Linhas temáticas desenvolvidas em 2002, de acordo com o macroprograma	230
 TABELAS		
Tabela II-01 –	Evolução mundial das áreas com agricultura orgânica, segundo os diferentes continentes, em milhões de hectares	71
Tabela IV-01 –	Número de pesquisas (projetos e subprojetos) coordenadas pela Embrapa por ano na Primeira Sistemática de Planejamento, no Modelo Circular e no SEP	140
Tabela IV-02 –	Número de pesquisas desenvolvidas com a temática principal referente a plantas daninhas, pragas, doenças, nematóides e defensivos agrícolas de 1978 a 2002	146
Tabela IV-03 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes à avaliação de resíduos, efeitos toxicológicos e impactos ambientais ocasionados pelo uso de defensivos agrícolas	162
Tabela IV-04 –	Pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes a corretivos do solo (calagem e gesso agrícola), adubação química, orgânica e fertilizantes alternativos	169
Tabela IV-05 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes à rotação e sucessão de culturas, sistema de plantio em consórcio e monocultivo (interação de práticas culturais), e época, espaçamento e densidade da semeadura	174

Tabela IV-06 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes aos processos de ensaio, avaliação de cultivares, melhoramento de plantas e banco de germoplasma	179
Tabela IV-07 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa com ênfase na biologia do solo	185
Tabela IV-08 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes ao estudo, práticas de manejo e conservação do solo e sistema de plantio direto ..	189
Tabela IV-09 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa com o Sistema de Plantio Direto, e a quantidade de instituições responsáveis pelas pesquisas (Centros da Embrapa, Órgãos Estaduais de Pesquisa e Universidades), no período de 1978 a 1992	197
Tabela IV-10 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa com o Sistema de Plantio Direto, e a quantidade de instituições responsáveis pelas pesquisas (Centros da Embrapa, Órgãos Estaduais de Pesquisa e Universidades), no período de 1992 a 2002	199
Tabela IV-11 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes à caracterização dos recursos hídricos e contaminação da água e dos peixes com mercúrio	202
Tabela IV-12 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes ao estudo com levantamento, manejo e recuperação de áreas degradadas; recuperação de matas galerias e ciliares; e preservação da mata atlântica	205
Tabela IV 13 –	Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa com ênfase em agricultura sustentável; indicadores e diagnóstico de sustentabilidade; avaliação, monitoramento e indicadores de impacto ambiental; planejamento e gestão ambiental; educação ambiental; e estudo, levantamento dos gases do efeito estufa e balanço de carbono e nitrogênio	211
Tabela IV-14 –	Número de Centros da Embrapa, Órgãos Estaduais de Pesquisa, Universidades e Outras Instituições, onde estavam sendo coordenadas pesquisas com Agricultura Alternativa	217
Tabela IV-15 –	Número de Centros da Embrapa, Órgãos Estaduais de Pesquisa, Universidades e Outras Instituições, onde estavam sendo coordenadas pesquisas com Agricultura de Precisão	218
Tabela IV-16 –	Evolução dos eixos de pesquisa conduzidos pela Embrapa, conforme o foco ambiental, no período de 1978-2002	224

INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos, os investimentos em pesquisas se tornaram um dos grandes fatores responsáveis pelo sucesso do agronegócio brasileiro. Graças a tais investimentos, hoje o Brasil é considerado um dos principais centros de pesquisa agrícola entre os países em desenvolvimento, juntamente com a Índia, a China e o México. A diferença do Brasil em relação a esses países, porém, envolve o fato de que ele dispõe de instituições próprias e de orçamentos que não estão vinculados aos órgãos internacionais, como por exemplo, o da rede dos *International Agricultural Research Centers*, apoiada pela FAO e outros órgãos multilaterais.

A principal instituição de pesquisa agropecuária no país é a Embrapa (Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária). Fundada em 1973, a instituição visava apoiar o processo de modernização da agricultura brasileira e centralizar a coordenação, financiamento e execução da pesquisa agrícola no âmbito federal. Atualmente, a Embrapa atua por intermédio de 37 centros de pesquisa, 03 unidades de serviços e 11 Unidades Centrais, estando presente em quase todos os estados da federação, nas mais diferentes condições ecológicas. A Empresa administra um orçamento da ordem de R\$ 822 milhões anuais (Embrapa, 2004) e, em seu quadro de funcionários, possui 8.619 empregados. Dentre eles, 2.221 são pesquisadores, sendo que 45% têm o título de mestre e 53% de doutor.

Além de atuar nas mais diversas linhas de pesquisa, a Embrapa coordena o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). Tal sistema integra as organizações estaduais de pesquisa agropecuária (OEPAS), universidades e institutos de pesquisa no âmbito federal e estadual, bem como as demais instituições públicas e privadas, direta ou indiretamente vinculadas à atividade de pesquisa agropecuária.

Ao longo de sua história, a Embrapa passou por uma série de alterações internas, resultantes do seu esforço de adaptação aos diferentes panoramas vivenciados nesses 32 anos de existência. A partir de meados dos anos de 1980, como resposta às modificações do ambiente externo, a Empresa iniciou um processo de reestruturação de modo a adotar um novo modelo organizacional. O resultado desse processo, decorrente das transformações iniciadas pela Embrapa nesse período, também é um reflexo das alterações constatadas pelas

instituições públicas de pesquisa agrícola no quadro da agricultura mundial. Tais alterações foram expressas sobretudo através do questionamento e redirecionamento do padrão produtivista, ou seja, de um padrão ligado essencialmente às necessidades de aumento da produtividade.

A partir da década de 1980, os efeitos cumulativos dos desequilíbrios ecológicos causados pelas práticas agrícolas modernas (padrão produtivista) tornaram-se progressivamente mais evidentes. Tais efeitos, juntamente com a redução da eficácia econômica dessas práticas, por um lado, o aumento da demanda por produtos com apelo ambiental, por outro, a diminuição no ritmo de inovações e o simultâneo aumento dos gastos com P&D estabeleceram uma crise nesse padrão produtivista.

Essa crise no padrão produtivista contribuiu para gerar um novo padrão agrícola. Tal padrão é marcado por práticas agrícolas mais equilibradas em termos ecológicos, e, portanto, menos prejudicial ao meio ambiente. Nesse novo padrão, a qualidade do meio ambiente foi alçada a um novo e importante patamar nas atividades de produção e de consumo.

Dessa forma, a questão ambiental impulsiona novos padrões de competitividade atrelados à qualidade ambiental, originando e redimensionando novas áreas de pesquisa. Nesse sentido, a temática ambiental configura-se potencialmente como um elemento indutor de transformações nas linhas de pesquisa e, paralelamente, nas instituições nas quais se desenvolvem essas pesquisas. Nessa perspectiva, as instituições teriam “trajetórias organizacionais”, mais ou menos vinculadas às “trajetórias tecnológicas”.

Diante dessas questões, o principal objetivo deste trabalho é analisar, através das pesquisas conduzidas pela Embrapa, de que modo a instituição incorpora a evolução das demandas ambientais na agricultura. Os objetivos específicos, por sua vez, são: 1) analisar a trajetória organizacional da Embrapa, isto é, sistematizar as reorganizações estruturais decorrentes das mudanças do ambiente externo; 2) verificar a trajetória das pesquisas conduzidas na Embrapa, ou seja, abordar a evolução das linhas de pesquisa direcionadas para sistemas agrícolas mais ecológicos, tais como insumos alternativos (fixação biológica de nitrogênio, controle biológico), agricultura orgânica, plantio direto, tecnologias de alta precisão, etc.

Para o desenvolvimento do trabalho proposto, partimos das seguintes hipóteses:

- 1) Em relação às questões ambientais, as demandas ambientais na Embrapa, até meados da década de 1980, foram parcialmente atendidas. As respostas a essas demandas surgiram principalmente como uma externalidade positiva do programa de redução do consumo dos insumos agrícolas, implantado pela empresa devido aos altos custos dos mesmos. A partir da década de 1990, as pesquisas relacionadas à questão ambiental não são somente um subproduto de pesquisas visando à redução de custos com insumos. Nesse novo modelo, o problema ambiental é discutido diretamente através do atendimento das demandas de sua clientela (empresários, produtores, consumidores, técnicos e cooperativas).
- 2) Na Embrapa, ainda permanece o “viés da trajetória”, ou seja, uma inércia institucional que persiste em virtude do fato de as demandas dos principais clientes não terem sofrido grandes mudanças ao longo dos anos. Manter esse viés nem sempre corresponde ao que seria mais apropriado do ponto de vista ambiental.

A estrutura da tese está organizada em quatro capítulos, descritos a seguir.

No primeiro capítulo, faremos uma breve revisão da literatura abordando as principais interpretações de inovação tecnológica na agricultura – convencional, marxista e neo-schumpeteriana. Conforme nossa concepção analítica, as duas primeiras abordagens – convencional e marxista – apresentam explicações genéricas para o processo de geração de tecnologias na agricultura. Assim sendo, julgamos que o referencial neo-schumpeteriano, mais especificamente uma abordagem desenvolvida por Possas et al. (1996), apresenta uma abordagem mais adequada aos elementos fundamentais presentes no estudo da inovação tecnológica na agricultura. Nessa abordagem, a interpretação das trajetórias tecnológicas e a formação de um novo paradigma na agricultura devem ser feitas com base na noção de “áreas-problema”. Dessa forma, tal abordagem identifica as diferentes estratégias inovadoras, ao invés das interpretações habituais existentes na literatura relativa à economia rural. Além disso, permite uma interpretação dinâmica evolutiva do processo inovativo, uma noção evolutiva, na qual os problemas e potencialidades se tornam variáveis ao invés de parâmetros.

No segundo capítulo, apresentaremos uma descrição dos elementos necessários para o entendimento do fenômeno global de reorganização das instituições de pesquisa agrícola, no qual a Embrapa está inserida. O processo de reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola faz parte de um movimento geral de reorganização das instituições públicas de pesquisa, observado a partir da década de 1980. Essas modificações institucionais gerais, que pressionaram a reorganização das instituições públicas de pesquisa, delimita uma parte do contexto institucional para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola. A outra parte é um reflexo das alterações sentidas no quadro da agricultura mundial, isto é, no forte questionamento e redirecionamento do padrão produtivista. A primeira seção desse capítulo apresenta a base conceitual para o entendimento das instituições de pesquisa como organizações que aprendem, evoluem e criam trajetórias. A seção seguinte trata do fenômeno global de reorganização das instituições públicas de pesquisa. Na terceira seção, discutimos o contexto institucional para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola, ou seja, a crise do padrão produtivista e os outros elementos do contexto institucional, desencadeados pela crise desse padrão.

No terceiro capítulo, serão abordadas as modificações institucionais sofridas pela Embrapa ao longo do tempo. Iniciaremos o capítulo apresentando o sistema de pesquisa agrícola internacional que influenciou a estrutura organizacional da referida instituição. Em seguida, discutiremos a reestruturação da pesquisa agropecuária brasileira que culminou com a criação da Embrapa em 1973. Nas próximas seções, apresentaremos a trajetória institucional da Embrapa através da análise da evolução da estrutura organizacional, do modelo institucional e do sistema de programação e planejamento da pesquisa. O objetivo desse capítulo é identificar as transformações estruturais ocorridas na Embrapa, tanto nas formas de gestão e organização da pesquisa quanto nos indicativos de reorientação das linhas de pesquisa em decorrência da questão ambiental.

No quarto capítulo, analisaremos a evolução da trajetória das linhas de pesquisa coordenadas pela Embrapa dentro das áreas-problema identificadas em nosso estudo. Dentre essas áreas, encontram-se as de Fitossanidade; Correção e fertilidade do solo; Melhoramento de plantas; Biologia do solo; Monitoramento e avaliação ambiental, etc. Posteriormente, agruparemos as diferentes *linhas de pesquisa* em *eixos de pesquisa*, de acordo com o enfoque ambiental, e analisaremos a evolução desses eixos. Os eixos de pesquisa compreendem i) as

pesquisas convencionais (pesquisas que seguiram o padrão produtivista); *ii*) as pesquisas de tecnologias intermediárias ou amenas (pesquisas com o objetivo de reduzir os custos de produção e dos impactos ambientais); *iii*) as pesquisas revolucionárias (pesquisas agroecológicas e suas variantes); *iv*) as pesquisas de alta tecnologia (pesquisas que utilizam alta tecnologia como por exemplo, a agricultura de precisão e OGMs); *v*) as pesquisas conservacionistas (pesquisas relacionadas a preservação e recuperação dos recursos naturais); e *vi*) as pesquisas instrumentais (pesquisas referentes a avaliação, monitoramento e certificação ambiental). A partir da co-evolução da trajetória das pesquisas conduzidas na Embrapa e de sua trajetória organizacional, procuramos identificar o modo pelo qual a cultura científica e tecnológica da Embrapa condiciona sua resposta à evolução das demandas ambientais na agricultura. Além disso, será discutida a possível trajetória das pesquisas desenvolvidas pela instituição nos próximos anos.

Por fim, no último capítulo, teceremos algumas considerações finais sobre a evolução das questões ambientais no âmbito da Embrapa.

CAPÍTULO 1

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA: UMA ABORDAGEM TEÓRICA

1.1 – Introdução

No presente capítulo, serão abordadas as diferentes interpretações do processo de inovação tecnológica na agricultura. Os principais objetivos do capítulo são: *i)* argumentar que a interpretação do processo de geração de tecnologia na agricultura não deve se ater aos enfoques que explicam a tecnologia como o resultado óbvio da superação das barreiras naturais que a agricultura impõe ao desenvolvimento do capitalismo no campo – particularmente no que se refere à superação das dificuldades no domínio dos processos biológicos e edafo-climáticos –; e que *ii)* não é possível interpretar a mudança tecnológica como algo que se ajusta passivamente às pressões e aos sinais de forças econômicas, mediadas através do mercado e dos preços dos fatores em particular.

Nesse sentido, para compreendermos a dinâmica de inovações na agricultura, devemos observar os elementos de constituição das várias trajetórias tecnológicas envolvidas, que não podem ser encontradas exclusivamente em função da demanda pelo mercado ou da oferta pelos agentes geradores de tecnologia. No caso da agricultura em particular, deve ser realizado um estudo minucioso das “áreas-problema”¹, pois o ecossistema agrícola é um organismo vivo, na medida em que ocorre um determinado tipo de intervenção num ponto qualquer do sistema, ela tende a provocar reações em cadeia que sinalizam claramente seqüências particulares de inovações a serem introduzidas.

De modo a nortear nossa argumentação, apresentaremos de forma sucinta as perspectivas teóricas mais importantes que enfocaram o padrão inovativo na agricultura. Dessa forma, serão discutidas as seguintes abordagens: *i)* convencional (precursores); *ii)* marxistas; e *iii)* neo-shumpterianas.

¹ A noção de áreas-problema aproxima-se do conceito de gargalos tecnológicos de Rosenberg (1969). Esse tema será discutido na seção 1.4.2.

Num primeiro momento, faremos uma crítica à abordagem convencional, isto é, discutiremos os modelos precursores da dinâmica de inovação tecnológica na agricultura. Iniciaremos as críticas com o modelo de insumos modernos desenvolvido por Schultz, e, em seguida, com o modelo de inovações induzidas de Hayami & Ruttan. Tal modelo teve uma grande influência na organização e reestruturação da pesquisa agrícola em diversos países. No Brasil, a política agrícola e, especialmente, a reformulação da pesquisa agropecuária a partir da criação da Embrapa, no início dos anos de 1970, também foram em grande medida nele inspiradas e justificadas teoricamente. Nesse modelo, o caminho percorrido pelo processo de modernização agrícola é o resultado do desenvolvimento das forças produtivas no campo.

Num segundo momento, desenvolveremos brevemente uma crítica às abordagens marxistas que, durante um longo tempo, foram consideradas como a única visão alternativa a abordagem convencional, principalmente ao modelo de inovações induzidas.

Em seguida, discutiremos a dinâmica de inovações de uma perspectiva evolucionária-schumpeteriana. Essa visão propõe uma interpretação em termos de trajetórias tecnológicas para explicar a complexidade do regime tecnológico na agricultura. De acordo com essa abordagem, a simplificação dos sistemas agrícolas através da monocultura desencadeou uma série de desequilíbrios no sistema, ou seja, surgiram as áreas-problema. Dessa forma, a emergência das áreas-problema na produção, e as respectivas soluções guiaram, em grande parte, o curso das trajetórias tecnológicas modernas.

Num quarto momento, aprofundaremos a discussão sobre os desequilíbrios no ecossistema agrícola, provocados pela monocultura, que induziram os procedimentos técnicos que definem o chamado “pacote” tecnológico da agricultura moderna. Por fim, encerraremos o capítulo com algumas considerações finais da dinâmica de inovações na agricultura.

1.2 – A Abordagem Convencional

Antes de discutirmos os modelos de Schultz (1965) e Hayami & Ruttan (1988), faremos uma breve contextualização dos debates realizados no período em que esses modelos foram formulados, de modo a evidenciar o panorama teórico em discussão.

Após a Segunda Guerra Mundial, a atenção dos economistas desviou-se, paulatinamente, para o problema do desenvolvimento econômico das nações de baixa renda que não tinham conseguido transformar a agricultura tradicional numa fonte viável de crescimento contínuo da produção de alimentos.

Nessas nações, a agricultura estava tecnologicamente estagnada e, devido ao aumento da população, da renda e do crescimento desordenado dos centros urbanos, houve um rápido aumento na procura por produtos agrícolas. A crescente preocupação com os problemas de desenvolvimento agrícola dessas nações provocou uma reação de vários segmentos na busca do desenvolvimento de programas de assistência para o progresso agrícola.

Até o final dos anos de 1950, supunha-se que o atraso no desenvolvimento agrícola ocorrera devido ao uso ineficiente da tecnologia disponível. As diferenças substanciais de produtividade agrícola entre os países mais desenvolvidos e menos desenvolvidos reforçavam essa suposição, contribuindo para elaboração do “modelo de difusão”. De acordo com esse modelo, os países menos desenvolvidos podiam obter ganhos elevados na produtividade agrícola se adotassem as modernas tecnologias disponíveis nos países desenvolvidos, promovendo a modernização das fazendas tradicionais e a aceleração das taxas de crescimento da produção agrícola.²

No entanto, esses esforços para alcançar o desenvolvimento agrícola, através da transferência direta de materiais e práticas agrícolas, foram, em grande parte, mal sucedidos, pois a tecnologia agrícola moderna foi desenvolvida, principalmente, nos países evoluídos da zona temperada, cujas técnicas eram adaptadas às suas condições edafoclimáticas e à disponibilidade de fatores. A transposição dessa tecnologia, sobretudo para os países de clima tropical, não apresentou os efeitos esperados, questionando os esforços da assistência técnica das agências nacionais e internacionais de desenvolvimento agrícola (Hayami & Ruttan, 1988).

O modelo de difusão contribuiu, dentre outros fatores, para o entendimento de que a tecnologia agrícola é específica ao local, não podendo, na maioria dos casos, ser diretamente transferida para os países menos desenvolvidos, que apresentavam climas distintos e diferentes disponibilidades de recursos. A inadequação das políticas baseadas nesse modelo levou ao

² Sobre o modelo de difusão, ver Hayami & Ruttan (1988) Capítulo 3.

reexame das suposições referentes à transferência de tecnologia dos países de alta para os de baixa produtividade.

Assim, no início de 1960, a necessidade de desenvolver a capacidade de pesquisa agrícola nos trópicos passou a ocupar um lugar de destaque na agenda dos governos nacionais e das instituições de assistência para o desenvolvimento. Essa decisão de investir no fortalecimento da capacidade de pesquisa nos países em desenvolvimento foi, em grande parte, influenciada pelas idéias de Schultz.

1.2.1 – Schultz - Modelo Insumos Modernos

Schultz (1965) procurou mostrar que o atraso tecnológico observado na agricultura dos países subdesenvolvidos não se devia, como era suposto, a fatores culturais que bloqueavam a difusão de comportamentos racionais maximizadores, mas sim à falta de oportunidades de investimentos rentáveis. De acordo com o autor:

“...há pouca probabilidade de crescimento proveniente da agricultura tradicional, porque os agricultores já esgotaram as possibilidades de produção lucrativas proporcionadas pelo nível dos conhecimentos de que dispõem. Melhor distribuição de recursos, mais poupança, e investimentos restritos apenas aos fatores de produção que vem empregando, não farão muito para ajudar o crescimento...” (p.136).

A hipótese implícita no trabalho de Schultz era que essas comunidades rurais não conseguiam se desenvolver porque atingiram o limite de produtividade do seu padrão tecnológico. Para Schultz, a chave da transformação de um setor agrícola tradicional em uma fonte produtiva de crescimento econômico envolvia o investimento em novos fatores de produção (insumos e máquinas) e no nível educacional das pessoas ligadas a atividade agrícola. Em outras palavras, o autor supunha que a agricultura poderia ser uma atividade rentável, desde que fossem feitos investimentos: *i)* em instituições de pesquisa e extensão; *ii)* no desenvolvimento, produção e comercialização de insumos modernos pelo setor industrial; e *iii)* na educação no meio rural, possibilitando, dessa forma, aos agricultores a utilização mais eficiente desses insumos modernos. Esses investimentos forneceriam, assim, a base para a mudança técnica e o crescimento da produtividade na agricultura.

Segundo Schultz, a autoria das pesquisas caberia as instituições públicas devido às dificuldades na apropriabilidade dos investimentos em pesquisa e no desenvolvimento de novos insumos agrícolas.

O modelo formulado por Schultz foi denominado de “modelo de insumos modernos”, tornando-se o referencial das políticas de desenvolvimento da agricultura por intermédio da modernização tecnológica. Todo o movimento de expansão do padrão moderno da agricultura, conhecido como Revolução Verde³ tinha a concepção de que a pobreza e o atraso rural teriam condições de superação caso fosse incorporados fatores mais produtivos, substituindo os fatores tradicionais (Salles Filho, 1993).

Apesar do sucesso obtido, o modelo de Schultz foi muito criticado. Segundo Hayami & Ruttan (1988), o modelo estaria incompleto como teoria de desenvolvimento agrícola, pois não incorporava os mecanismos pelos quais os recursos eram alocados na educação e nas pesquisas agrícolas públicas e privadas.

“...O modelo, na realidade, trata o investimento na pesquisa como a fonte de novas técnicas de retorno elevado. Não explica como condições econômicas induzem ao desenvolvimento e adaptação de um conjunto de tecnologias eficientes para uma sociedade em particular. Nem procura especificar o processo através do qual relações de preços entre fator e produto induzem a investimento na pesquisa em uma determinada direção...” (p.62)

Ainda segundo Hayami & Ruttan (1988), o modelo também não explicava de que modo a disponibilidade relativa de recursos induzia o desenvolvimento de tecnologias eficazes:

“...como as condições econômicas induzem ao desenvolvimento de novas instituições, tais como estações experimentais agrícolas mantidas pelo governo, a fim de permitir, tanto aos indivíduos como à sociedade, tirar maiores vantagens das novas oportunidades técnicas. Nem tenta explicar o processo através do qual agricultores organizam uma ação coletiva para a criação de infra-estrutura pública, como sistemas de irrigação e drenagem...” (p.63)

Em suma, o que podemos perceber no modelo de Schultz é que a mudança técnica explica-se fundamentalmente pela impossibilidade de se conseguir aumentos da produção com a utilização dos fatores tradicionais, ou seja, trata-se de uma visão essencialmente funcional do

progresso técnico na agricultura, voltada à promoção do desenvolvimento. Dessa forma, Schultz não discute as questões referentes à direção do progresso técnico.

1.2.2 – Modelo de Inovações Induzidas – Hayami & Ruttan

A partir das críticas feitas sobre o trabalho de Schultz, Hayami & Ruttan desenvolveram o “modelo de inovações induzidas”, apresentado pelos próprios autores como um desenvolvimento ou um complemento teórico do modelo de Schultz.⁴

No modelo de Schultz, o progresso técnico era tratado como uma variável exógena (independente) do processo de desenvolvimento econômico. Nesse sentido, como tentativa de endogeneizar as mudanças nas tecnologias e nas instituições, Hayami & Ruttan adotam como ponto de partida teórico para o seu modelo de inovações induzidas a concepção da inovação induzida de Hicks⁵. Esta concepção teórica implica que o aumento no preço de um fator relativamente aos preços dos outros fatores induz a uma seqüência de mudanças técnicas que reduz o uso daquele fator relativamente aos dos outros fatores. Conseqüentemente, as restrições impostas pela escassez de recursos sobre o crescimento econômico são superadas pelo progresso técnico, que facilita a substituição de fatores relativamente escassos (portanto, dispendiosos) por fatores abundantes (e portanto, baratos) (Hayami & Ruttan, 1988).

A elaboração do modelo também se apoiou nos trabalhos de outros autores que desenvolveram modelos explicativos a partir das idéias fundamentais de Hicks. Entre estes se destaca o modelo de Ahmad (1966)⁶, que propôs um enfoque microeconômico baseado no conceito de curvas de possibilidades históricas da inovação (IPC), definida pelo envoltório de isoquantas unitárias dos processos potenciais de inovação (Romeiro, 1998). Essa curva de possibilidades de inovações, que tende a ser neutra, é definida a partir de fatores puramente técnicos. Os fatores econômicos somente intervêm na escolha da isoquanta no interior da IPC.

³ Sobre a Revolução Verde, ver capítulo 2.

⁴ O modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan foi publicado inicialmente em 1971 (HAYAMI Y. & RUTTAN, V. *Agricultural Development: an international perspective*. Baltimore, Jhon University Press, 1971), e reformulado em 1985. Nesse trabalho utilizaremos essa ultima versão, que foi publicada em português pela Embrapa em 1988.

⁵ HICKS, J. R. *The Theory of Wages*, 1932

⁶ AHMAD, S. On the theory of induced innovation. *The Economic Journal*, v.76v, p. 344 - 357, 1966.

Nesse modelo, a cada mudança nos preços relativos, o deslocamento em busca de uma nova combinação de fatores mais favorável não ocorrerá no interior da mesma IPC, mas em direção à IPC tecnicamente mais avançada. Para Ahmad, o movimento de ajuste implica sempre a evolução do “fundo de conhecimento técnicos e científicos” que dá a configuração de cada IPC (Romeiro, 1998). A principal crítica que se seguiu a este trabalho foi a da não consideração dos investimentos em P&D, pois a intensidade e direção desta transformação são em função dos investimentos e do tipo de pesquisa (Ruttan, 1985).

Para Hayami & Ruttan, esse fundo de conhecimento técnico e científico configura uma função de produção de muito longo prazo, batizada de *meta-função de produção*. Com esta proposição, o modelo de Hayami & Ruttan supõe um estoque (pacote) de tecnologias dado ao longo do tempo (isto é, alternativas tecnológicas dadas a longo prazo) no qual o processo inovativo visa dar aos produtores um posicionamento em um ponto mais eficiente da meta-função de produção (Salles Filho & Silveira, 1990). No entanto, ainda que tenha apontado para a necessidade de considerar o investimento em P&D, Hayami & Ruttan não desenvolveram uma função do custo da pesquisa no modelo.

A partir dessas bases teóricas, Hayami & Ruttan definem a hipótese central do modelo de inovação induzida em instituições públicas de pesquisa da seguinte forma:

“...a mudança técnica é dirigida ao longo de uma trajetória de mercado, desde que estes reflitam eficientemente mudanças na demanda e na oferta de produtos e fatores, e que haja interação efetiva entre produtores rurais, instituições públicas de pesquisa e empresas agrícolas...” (p.102)(grifo nosso).

Dessa forma, os produtores rurais são induzidos, por mudanças nos preços relativos, a procurar alternativas técnicas que economizem os fatores de produção, cada vez mais escassos. Nesse sentido, eles pressionam as instituições de pesquisa pública para que desenvolvam novas tecnologias e as firmas de produtos agrícolas para que forneçam insumos técnicos modernos que substituam os fatores mais escassos. A sensibilidade de cientistas e administradores científicos faz com que respondam a essas pressões tornando disponíveis novas possibilidades técnicas e novos insumos. Isso permitiria aos agricultores substituir com lucro fatores escassos por abundantes, e, assim, orientaria o progresso técnico numa direção socialmente ótima. Esse processo foi denominado pelos autores de *interação dialética*.

No modelo de inovação induzida do setor público, a resposta dos pesquisadores e administradores representa o elo crítico no mecanismo de indução. No entanto, segundo os autores:

“... o modelo não implica a necessidade de que, individualmente, cientistas ou administradores de pesquisa de instituições públicas levam em conta, conscientemente, os preços de mercado, ou, diretamente, as demandas dos agricultores por tecnologias, na seleção dos objetivos da pesquisa...” (p.103).

Os autores citam como exemplo o fato dos pesquisadores serem motivados, em primeiro lugar, pelo desejo de realização e reconhecimento profissional numa determinada área do conhecimento.

Hayami & Ruttan também reconhecem que a mudança técnica não é de caráter inteiramente induzido pela demanda, pois existe uma dimensão de oferta (exógena) para o processo e uma dimensão de demanda (endógena). Além disso, a mudança técnica reflete o progresso científico e tecnológico em geral. Um exemplo disso é o progresso científico e tecnológico, que reduz o custo das inovações técnicas e empresariais e que pode influenciar uma mudança técnica não relacionada com modificações na estrutura da oferta e demanda de produtos e fatores.

Inovação Institucional Induzida

Hayami & Ruttan elaboraram uma teoria de inovação institucional em que deslocamentos na demanda por inovação institucional são induzidos através da mudança técnica e pelas modificações dos preços relativos dos fatores de produção e dos produtos⁷. Nesse modelo, os deslocamentos da oferta de inovações institucionais, por sua vez, resultariam do progresso nas ciências sociais, nos conhecimentos jurídicos, administrativos e comerciais, etc.

Um exemplo de *mudança institucional induzida por uma mudança técnica*, apresentada pelos autores, foi o barateamento da produção industrial de fertilizantes químicos

⁷ Em relação às inovações institucionais induzidas, Hayami e Ruttan (1988) admitem que têm uma abordagem similar à marxista: “...Marx considerou a mudança tecnológica com a fonte primária de mudança institucional. Nosso ponto de vista é algo mais complexo, pois consideramos que mudanças na disponibilidade de fatores e na demanda de produtos são, igualmente, fontes importantes de mudança institucional...” (p. 109).

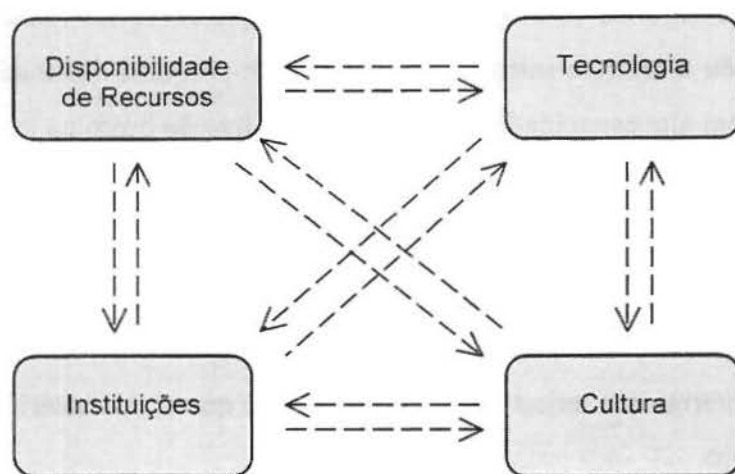
que teria induzido, na segunda metade do século XIX, países como Alemanha, Inglaterra, Estados Unidos e Japão a criarem instituições públicas de pesquisa destinadas a desenvolver variedades vegetais com alta capacidade de resposta à fertilização química intensiva.

No caso de *mudança institucional induzida pela modificação na disponibilidade de fatores e na demanda por produtos*, um dos exemplos citados é a emergência do direito à propriedade privada da terra e de instituições capitalistas de mercado mais eficientes (ou seja, a passagem de relações feudais de produção para relações capitalistas) no bojo do movimento de *enclosures* na Inglaterra, que teriam sido induzidos pela queda dos salários e pelo aumento do preço da lã e do trigo.

Em relação à *oferta de inovação institucional*, Hayami & Ruttan ressaltam que os fatores que reduzem o custo da inovação institucional não são bem estudados por economistas ou outros cientistas sociais. Entretanto, a oferta de inovações institucionais depende criticamente da estrutura de poder ou da correlação de forças entre grupos de interesse, os quais podem exercer uma influência positiva ou negativa. O caso argentino é um exemplo da influência negativa da correlação de forças existente entre grupos de interesse do país sobre a introdução de inovações institucionais: a preponderância dos interesses agrários tradicionais provocou um grande atraso na instalação de um sistema público de pesquisa agropecuária.

Segundo Hayami & Ruttan, características culturais, inclusive religião e ideologia, exercem também uma grande influência sobre a oferta de inovação institucional. Essa influência ocorreria na medida em que esses fatores pudessem dificultar, ou não, certas mudanças institucionais. No entanto, diferentemente dos outros elementos do modelo, a avaliação objetiva (através de testes empíricos rigorosos) do peso desses fatores culturais no processo de mudança técnica seria muito difícil. As ciências sociais não teriam ainda as ferramentas analíticas necessárias.

O modelo completo de inovação induzida (Figura I-01), proposto por Hayami & Ruttan, mostraria a existência de interações complexas entre múltiplos fatores – disponibilidade de recursos, tecnologia, instituições e cultura. No modelo a disponibilidade de recursos (fatores de produção), seria a força primária da *mudança técnica*; os efeitos desta somados aos dos fatores culturais, por sua vez, seriam as forças primárias da *mudança institucional*.



Fonte: adaptado de Hayami & Ruttan (1988)

Figura I-01 – Inter-relações entre mudanças na disponibilidade de recursos culturais, de tecnologia e de instituições

Em síntese, Hayami & Ruttan pretendiam, com o seu modelo, mostrar alguns dos fatores indutores do progresso de mudança técnica. A principal base empírica do modelo foi a história da modernização agrícola no Japão e nos Estados Unidos. No primeiro caso, a escassez relativa de terra teria gerado um padrão de modernização para a economia de terra. No segundo, por sua vez, a escassez de mão-de-obra teria sido responsável por um padrão tecnológico poupador de mão-de-obra.

O modelo de inovações induzidas de Hayami & Ruttan foi bastante criticado. As críticas envolvem desde aspectos empíricos aos de fundamentação teórica (característica do processo inovativo).

Em relação às críticas empíricas, Olmstead & Rholde (1993) investigaram o papel da inovação induzida no desenvolvimento da agricultura americana entre 1880 e 1980 – mesmo período analisado por Hayami & Ruttan – utilizando uma base de dados nivelada regionalmente, e chegaram à conclusão que muitas das considerações fundamentais sobre o desenvolvimento agrícola americano, feitas por Hayami & Ruttan, precisam ser reconsideradas. De acordo com os autores, as generalizações de Hayami & Ruttan sobre os Estados Unidos são, na realidade, fenômenos puramente regionais, não se enquadrando nas estilizações feitas pelos autores.

Piñeiro & Trigo (1985), por sua vez, aplicaram a teoria de inovações induzidas para a América Latina e o Brasil e constataram que a direção do processo de modernização não se deu no sentido de fatores escassos. Santos (1986) também encontrou resultados semelhantes, utilizando o modelo neoclássico desenvolvido por Binswanger para o período de 1950 a 1982 no Brasil. O autor observou que a mudança técnica na agricultura brasileira vem se processando na direção de poupar o uso de fatores abundantes, tais como terra e trabalho, e utilizar fatores escassos máquinas e fertilizantes (neste caso, a partir de 1975).

Com relação às críticas de fundamentação mais teórica, Romeiro (1998) corrobora o fato de que o trabalho de Schmookler (1962)⁸ já havia mostrado a existência de outro tipo de mecanismo de indução do progresso técnico que não fora inicialmente levado em conta por Hayami & Ruttan:

“... O argumento essencial de Schmookler é que o incentivo para inovar, do mesmo modo que o incentivo para produzir um artigo qualquer, é afetado pela perspectiva de ganho e esta depende de oportunidades abertas pelo desenvolvimento econômico, que incluem, entre outras, a urbanização, as modificações dos preços relativos, o aumento da renda per capita, etc ...” (Romeiro, 1998:136).

Outras críticas incidem sobre a concepção inicial de fronteira de conhecimentos científicos e tecnológicos descrita por Hayami & Ruttan como uma meta-função de produção. Segundo Romeiro (1998), a pesquisa tem um custo, o que torna irreal a hipótese de fronteira científica empiricamente observável. Dessa forma, levando em conta o custo da pesquisa, Romeiro (1998) definiu os seguintes fatores que podem afetar a velocidade do processo de mudança técnica e seu viés:

“... i) a produtividade relativa de linhas de pesquisas alternativas – se a pesquisa para poupar um dado fator é mais fácil de realizar; ii) o efeito do aumento da demanda e da produção sobre a pesquisa, intensificando o esforço ou restringindo o orçamento; iii) mudança do “mix” ótimo de pesquisa, provocada pelos mesmos fatos que modificam os preços relativos dos fatores de produção...” (p.137).

Salles Filho & Silveira (1990), por sua vez, mostram as lacunas da teoria de inovação induzida para explicar:

- i) os condicionantes relacionados às esferas onde se produz a oferta de tecnologia e, portanto, à formulação de estratégias das indústrias a montante e a jusante da agropecuária no processo inovativo;
- ii) a suposição da transmissão ideal de informações entre agricultores e os geradores de tecnologia (firmas, instituições de pesquisa);
- iii) a ocorrência de inovações radicais que não estejam ligadas aos preços relativos dos fatores de produção.

Para Rosenberg (1976) *apud* Romeiro (1998), essa abordagem teórica tenderia a ignorar os mecanismos de indução que atuam pelo lado da oferta de inovações, enfatizando quase que exclusivamente os que atuam do lado da demanda. Ainda segundo Rosenberg *apud* Romeiro (1998), a mudança técnica não pode ser tratada como algo que se ajusta passivamente aos sinais emitidos pelas forças econômicas que se exprimem através do mercado e, principalmente, dos preços. Evidentemente, os estímulos para inovar são sempre econômicos, em última instância, mas é justamente por serem de caráter difuso e geral que eles não são capazes de explicar, de forma adequada, nem as características de uma seqüência particular, nem o *timing* de uma determinada atividade inovativa. Essa abordagem também não é capaz de explicar a prevalência de tecnologias menos eficientes.

"... Segundo Rosenberg (1976), as restrições técnicas inerentes ao processo inovativo não são devidamente levadas em conta. Tudo se passa como se tratasse de informações contidas numa "caixa preta" cuja abertura não interessa. São examinados apenas os resultados do que é um processo complexo: de um lado, entram estímulos econômicos para inovar, de outro saem as inovações; o que ocorre entre essas duas pontas é muito pouco ou nada considerado. No caso da agricultura em particular, esse tipo de tratamento inviabiliza totalmente a compreensão da emergência de um novo padrão tecnológico..." (Romeiro, 1998:126-7)

Em síntese, uma teoria de inovação deve ir além das considerações sobre as motivações genéricas, ou seja, dos preços relativos, para inovar dos agentes produtivos. O que é relevante para a discussão é saber quais foram os descontentamentos e os estímulos que determinaram a predominância de uma trajetória frente a outras possíveis. A compreensão da

⁸ SCHMOOKLER, J. Economics sources of inventive activities. In: **The Journal of Economic History**, v. XXII, n. 1, march. 1962

dinâmica de inovações da agricultura requer, portanto, uma análise das “áreas-problema”, isto é, um estudo aprofundado dos “problemas gerais” mais evidentes na produção agrícola.

1.3 – A Abordagem Marxista

Em grande parte, a abordagem marxista, na dinâmica de inovações na agricultura, foi elaborada em torno das especificidades naturais do setor agrícola quando comparadas a do setor industrial. Para os autores que seguem essa abordagem, de um modo geral, as especificidades naturais do setor agrícola impõem dificuldades às transformações do processo produtivo de modo análogo ao da indústria.⁹

De acordo com Romeiro (1998), o progresso técnico na teoria marxista aparece ora como uma variável independente que define a evolução das relações de produção, ora como uma variável dependente, fruto da evolução destas. No primeiro caso, trata-se da questão do determinismo tecnológico, ou seja, as relações de produção capitalistas correspondem a um estágio de desenvolvimento das forças produtivas no qual os sistemas de produção se baseiam nos princípios da divisão e parcelização do processo de trabalho.

No segundo caso, a técnica sob o modo de produção capitalista não é um simples meio de trabalho, e sim é o suporte da extração de sobre-trabalho. Esta extração se processa através da elevação da produtividade (mais-valia relativa) e através do aumento da intensidade do trabalho (mais-valia absoluta). Nesse sentido, o processo de valorização do capital se sobrepõe ao processo de trabalho. Assim, o objetivo de obter um maior lucro determina não somente o *timing* de introdução das técnicas – podendo, por exemplo, retardar a introdução de uma técnica que seria socialmente útil mais ainda não suficientemente rentável –, como também as próprias características físicas destas como os valores de uso (Romeiro, 1998).

De acordo com Romeiro (1998), a técnica como meio de controle social é a maior especificidade da análise marxista em relação à dinâmica de inovações das demais abordagens analíticas, especialmente da abordagem convencional.

⁹ Essa linha de raciocínio também se encontra em diversas análises não marxistas.

De uma maneira geral, podemos dizer que, para a maioria dos autores marxistas, a evolução tecnológica na agricultura é imposta pelo Capital¹⁰. O Capital impõe, através do Estado, da agroindústria a montante e a jusante, as técnicas que lhe permitem melhor explorar o trabalho camponês de modo a aumentar a mais-valia relativa do sistema como um todo. Dessa forma, o Capital organiza, através das técnicas que ele impõe ao agricultor, o processo de trabalho do produtor familiar segundo uma lógica próxima àquela de uma empresa capitalista industrial. Essa lógica envolve dividir ao máximo o processo de trabalho e separar o trabalho de concepção do trabalho de execução, de modo a subordinar realmente o trabalho do camponês, tal como fez com o trabalho do operário industrial. Os autores marxistas reconhecem as dificuldades impostas pelas especificidades naturais do setor agrícola, que tornam mais difícil atingir o mesmo grau de divisão do trabalho observado na indústria. No entanto, para esses autores, o sentido do progresso técnico na agricultura é o mesmo daquele observado na indústria.

De acordo com Romeiro (1998), os analistas marxistas da dinâmica de inovações na agricultura, de um modo geral, não levam em consideração a demanda dos agentes produtivos diretamente envolvidos, ou seja, os agricultores. Segundo o autor, essas demandas foram mais importantes para definir a trajetória seguida pelo progresso técnico na agricultura do que os supostos interesses do Capital impostos pela agroindústria e pelo Estado a seu serviço. Em suma, segundo Romeiro, os autores marxistas não dão a devida importância para a análise dos fatores ecológicos específicos do processo produtivo agrícola.

Nas abordagens descritas até agora – convencional e marxista –, a interpretação da geração de tecnologia na agricultura apresenta explicações genéricas. Na primeira, a inovação tecnológica aparece como uma resposta às mudanças dos preços relativos dos fatores de produção, decorrentes de sua escassez relativa. Na segunda, o Capital impõe um padrão de mudança tecnológica que lhe é favorável: desqualificação do trabalhador, redução do custo de reprodução da força de trabalho urbano-industrial, controle das forças da natureza, etc.

Na próxima seção, discutiremos a dinâmica de inovações de uma perspectiva evolucionária-schumpeteriana. Nessa visão, o processo de inovação tecnológica na agricultura ocorre através de um processo cumulativo e com capacidade de auto-geração.

¹⁰ Para uma análise mais detalhada sobre a dinâmica de inovações na abordagem marxista, ver Romeiro (1998) capítulo VI (p.155-186).

1.4 – Uma abordagem evolutiva

Apresentaremos aqui o processo de inovação tecnológica na agricultura, sob o prisma de uma teoria neo-schumpeteriana. Mais especificamente, utilizaremos uma abordagem desenvolvida por Possas, Salles Filho e Silveira (Possas et al, 1996), que propõem uma interpretação em termos de trajetórias tecnológicas para explicar a complexidade do regime tecnológico na agricultura.

Nessa abordagem, os autores consideram o processo inovativo de acordo com os diferentes ambientes concorrenciais que existem e que evoluem na agricultura¹¹. Dessa forma, os autores esperam facilitar a compreensão de uma série de fenômenos que normalmente são atribuídos as “especificidades” da produção agrícola, como, por exemplo, *i)* a suposta menor rentabilidade da atividade agrícola, *ii)* a subordinação da agricultura ao capital comercial e industrial e *iii)* em parte, as heterogeneidades do processo de modernização, nas quais convivem culturas mais e menos modernas (Salles Filho, 1993).

Para Salles Filho (1993), na análise do processo de modernização tecnológica numa dinâmica de concorrência – na qual existe um processo permanente de busca e seleção de inovações para a geração de assimetrias, que se processam nos desdobramentos de regimes ou de trajetórias tecnológicas –, a noção de “especificidades gerais da agricultura” se exaure e passam a ter sentido as especificidades dos mercados de produtos agrícolas, os mecanismos de concorrência prevalentes e as diferentes trajetórias tecnológicas.

A seguir, apresentaremos alguns conceitos básicos, necessários ao entendimento dessa abordagem evolutiva de inovações na agricultura.

1.4.1 – Conceitos Básicos da Literatura Neo-Schumpeteriana

De acordo com a teoria de competição neo-schumpeteriana e seu quadro analítico da microeconomia, a análise de equilíbrio estática é considerada inadequada para lidar com as

¹¹ Para Salles Filho (1993), “ambientes concorrenciais” não diz respeito a uma estrutura de mercado, na qual a agricultura é freqüentemente classificada como estrutura “concorrencial”. Para o autor, trata-se de visualizar situações distintas entre os diferentes mercados de produtos agrícolas e as diferentes situações concorrenciais que

características dinâmicas da economia capitalista, sendo substituída pela análise de dinâmica industrial endógena, na qual o equilíbrio não é nem um resultado necessário nem um requerimento metodológico (Possas et al, 1996). Nesse quadro teórico, a competição é o centro da teoria, e a inovação – em sentido amplo – é a sua força motriz. O papel específico dessa força motriz depende das características das indústrias e dos mercados e de fatores competitivos relacionados a eles.

Na literatura neo-schumpeteriana, as trajetórias e os paradigmas tecnológicos são as ferramentas analíticas designadas para explicar as principais fontes de regularidades e de mudanças a longo prazo. Dosi (1984) elaborou o conceito de paradigmas tecnológicos a partir dos paradigmas científicos de Kuhn:

“ ... um paradigma tecnológico pode ser definido como um modelo e um padrão de solução de problemas específicos, baseados em princípios (que são derivados das ciências naturais) e em determinadas tecnologias materiais...”
(Dosi, 1984:14).

Fica constituído, assim, o arcabouço técnico-científico existente e dominante sobre a maneira de se resolver questões. Nesse sentido, uma vez feita uma escolha para a solução de determinado problema dentro de uma rotina de busca, as demais escolhas ficarão marcadas pela primeira escolha.

A trajetória tecnológica, por sua vez, é definida como o modo e os padrões normais pelos quais o paradigma tecnológico evolui. Um paradigma pode envolver muitas trajetórias (correspondentes a diferentes produtos e processos) através das quais evolui e se reproduz, e cujo esgotamento progressivo deve ser transformado e eventualmente ultrapassado por outro. Durante as transições entre paradigmas tecnológicos, os novos e velhos paradigmas podem coexistir um com o outro, especialmente quando as exigências de investimentos e as incertezas do novo paradigma são bastante altas.¹²

Deste ponto de vista teórico, as características específicas de setores, de firmas e até mesmo de instituições devem receber maior ênfase do que características genéricas, uma vez que os esforços inovadores, por definição, se baseiam fortemente na busca de diversidade tecnológica, bem como oportunidades de mercado visando lucros diferenciais (Possas et al, 1996). Neste sentido, a análise de forças competitivas atuantes dentro de uma determinada

ai ocorrem, como, por exemplo, considerar distintas as formas concorrenciais nos mercados de soja, milho, frutas e hortaliças.

indústria e mercado correspondente deve focalizar principalmente os fatores que geram vantagens competitivas estruturais e assimetrias, tais como: oportunidades tecnológicas, cumulatividade, processo de aprendizagem, apropriabilidade e rentabilidade, que caracterizam sua trajetória tecnológica e oportunidades de mercado (Dosi, 1984).

Segundo Possas et al (1996), a taxonomia setorial baseada em fatores específicos que explicam diferenças na geração e difusão de inovações, tais como em Pavitt, são um bom ponto de partida para a análise dos traços específicos do setor da dinâmica de competição dentro de qualquer indústria e/ou setores. Na classificação de Bell & Pavitt (1993), as diferentes trajetórias inovativas são classificadas em cinco grupos de atividades ou setores: *i)* dominados pelos fornecedores, *ii)* intensivos em escala, *iii)* intensivos em informação; *iv)* baseados em ciência e *v)* fornecedores especializados.

Nessa classificação, a agricultura deve claramente ser considerada como um setor “dominado pelo fornecedor”, pois as inovações e as mudanças técnicas na agricultura basicamente são provenientes de fontes inovativas que estão localizadas junto a produtores e fornecedores de tecnologia que se encontram, essencialmente, fora da unidade de produção agrícola (indústria de fertilizantes e pesticidas, sementes, e fabricantes de máquinas e equipamentos). Todavia, não podemos desconsiderar a presença notável de políticas públicas e de instituições públicas que realizam atividades de pesquisa (Possas et al, 1996). Um outro ponto relevante é que os mecanismos de apropriabilidade das inovações pelos usuários são teoricamente muito frágeis (Salles Filho, 1993).

De acordo com Possas et al (1996), muitos setores industriais também podem ser classificados como “dominados pelos fornecedores”, pois a maioria dos mercados exibe *i)* um grau muito baixo de concentração de mercado e ausência de estrutura oligopolizadas; *ii)* homogeneidade de produtos e um alto nível de competição de preço; *iii)* taxas baixas de mudanças técnicas e *iv)* uma capacidade muito limitada de inovar pelos próprios meios, com despesas insignificantes de P&D. Baseados nessas afirmações, os autores concluem que os economistas ou quaisquer outros especialistas em agricultura não deveriam asseverar que a agricultura é tão diferente de outros setores da atividade econômica (industrial) para justificar uma análise econômica global ou até mesmo uma teoria econômica própria.

¹² Outras características das trajetórias tecnológicas podem ser encontradas em Dosi (1984: 17-8).

No entanto, Possas et al (1996) esclarecem que uma análise da agricultura apenas com um enfoque no setor “dominado pelo fornecedor” não é suficiente, e nem mesmo tratar a agricultura como um setor seria suficiente. As trajetórias e as fontes de inovação não são únicas na agricultura. Portanto, desse ponto de vista teórico, para se entender a dinâmica competitiva da agricultura, é preciso levar em conta sua grande diversidade.

Possas et al (1996) apresentam três elementos básicos para uma análise econômica das atividades relacionadas à agricultura:

- i)* a natureza dos paradigmas tecnológicos (e de suas trajetórias correspondentes), que são efetivas, as suas tendências e evoluções, e os processos eventuais de convergência tecnológica que eles requerem;
- ii)* ações estratégicas e comportamentais de unidades agrícolas (empresas ou produtores) para determinar os sinais de mercado e as oportunidades, assim como perspectivas de mudanças técnicas definidas pelas trajetórias tecnológicas em curso;
- iii)* o processo de seleção através de mercados ou outras instituições, envolvendo novos padrões competitivos e estratégias competitivas, provenientes das indústrias à jusante (agroindústrias) ou de novas oportunidades tecnológicas.

Esses aspectos, segundo os autores, ocorrem também na indústria e em sub-setores, e, portanto, ajudam a estruturar a análise de especificidades da agricultura de um modo menos arbitrário do que normalmente é encontrado na literatura sobre economia rural.

1.4.2 – Fontes de Inovação e Trajetórias Tecnológicas na Agricultura

As fontes de inovação na agricultura têm diversas fontes de conhecimento, como também diversas origens estratégicas competitivas. Dessa forma, o regime tecnológico da agricultura moderna não envolve apenas as indústrias – como substâncias químicas, pesticidas, sementes, máquinas e implementos –, mas também pesquisa pública e instituições de ensino, organização de produtores, como também fundações de pesquisas públicas e privadas (Possas et al, 1996).

O fato de ser classificada como “tomador de inovação” não transforma a agricultura em uma entidade homogênea, com uma dinâmica inovadora única. Pelo contrário, a agricultura compreende um conjunto de trajetórias tecnológicas de diferentes origens, formadas por diferentes ambientes econômicos e disciplinares (Possas et al, 1996). Assim, no estudo das trajetórias tecnológicas da agricultura, deve-se admitir que:

- i) não há nenhuma trajetória tecnológica geral na agricultura, na qual uma situação tecnológica e competitivamente homogênea poderia ser encontrada;
- ii) A trajetória tecnológica não pode ser considerada como um conceito setorial amplo, mas sim relacionado com as tendências dinâmicas competitivas, específicas dos mercados (agrícolas ou não), que expressam os caminhos mais prováveis a serem seguidos por assimetrias das pressões criativas do processo competitivo, através de busca de inovação e mecanismos de seleção;
- iii) as trajetórias das indústrias relacionadas com a agricultura deveriam ser consideradas nas suas inter-relações com os mercados agrícolas (Possas et al, 1996).

Para identificar as trajetórias tecnológicas da agricultura moderna, Possas et al (1996) classificaram as instituições que provêem ou apóiam as inovações em seis grupos principais. Esses grupos foram definidos em termos de seu comportamento para a geração e difusão das inovações e são os seguintes:

I – Fontes privadas de organização industrial empresarial – nesse grupo, o principal negócio é a produção e venda de insumos e de máquinas e implementos para os mercados agrícolas.

II – Fontes institucionais públicas – aqui, se localizam universidades, instituições de pesquisa e empresas públicas. A estas, estão relacionadas atividades de P&D, de transferência de tecnologia, de desenvolvimento comercial de produtos e de testes de produtos das indústrias de insumos do primeiro grupo.

III – Fontes privadas relacionadas as agroindústrias – incluem produtos agrícolas que se processam nas indústrias, interferindo diretamente ou indiretamente na produção material. A difusão da tecnologia produz benefícios nas fases de processo industrial.

IV – Fontes privadas organizadas coletivamente, sem fins lucrativos – incluem cooperativas de produtores e associações cujo propósito principal é o desenvolvimento e a transferência de novas variedades de sementes e de práticas agrícolas.

V – Fontes privadas relacionadas aos suprimentos de serviços – nesse setor, estão incluídas empresas que vendem serviços de apoio técnicos, planejamento e administração da produção e serviços relacionados à produção de grãos, colheita e armazenamento e procriação animal. Embora em alguns casos as empresas possam gerar inovações, este grupo é formado principalmente por disseminadores de tecnologia.

VI – Unidade agrícola de produção – envolve elementos em cuja prática são estabelecidos novos conhecimentos derivados de um processo de aprendizado que, muitas vezes, pode ser traduzido em inovações, muito embora não incorporadas em produtos.

O modo pelo qual estas fontes evoluem e se relacionam entre si é a principal força motriz institucional que desenvolve as trajetórias tecnológicas na agricultura, fornecendo, assim, um padrão coerente e inclusivo ao regime tecnológico moderno da agricultura (Possas et al., 1996).

Possas et al. (1996) consideram que há dificuldade em determinar com precisão a importância relativa de cada grupo, porém, reconhecem que há uma considerável predominância do primeiro e do segundo grupo. Estes dois grupos (constituídos pelas indústrias a montante e os centros de pesquisa pública) foram certamente os dois pilares nos quais o regime tecnológico atual da agricultura foi erigido (Possas et al., 1996).

Em relação à dinâmica de inovações, é importante notar que, nas indústrias que se relacionam com a agricultura, encontram-se todos os tipos descritos na classificação de Bell & Pavitt (1993): *i)* as típicas indústrias “baseadas na ciência”, como as de pesticidas e de sementes; *ii)* um setor de “escala intensiva”, como de fertilizantes químicos; *iii)* um “fornecedor especializado” como equipamentos e máquinas agrícolas; *iv)* um “denominado pelo fornecedor” como a indústria de alimentos; e, finalmente, *v)* um referente à “informação intensiva” como grupos de serviços (Salles Filho, 1993)¹³.

É importante destacar que as trajetórias tecnológicas se ajustaram dentro de cada um destes grupos. Assim, as trajetórias tecnológicas envolvem não apenas dinâmicas distintas de

¹³ Essas classificações encontram-se detalhadas em Salles Filho (1993:101-7).

inovações, mas também foram originadas em situações históricas diferentes e com diferentes propósitos, nem sempre relacionados à agricultura. Por exemplo, enquanto os tratores e a indústria de máquinas e implementos datam desde o início do século, os pesticidas só apareceriam no começo do século XX; e, enquanto os primeiros foram inicialmente desenvolvidos para operações agrícolas, os pesticidas derivaram de produtos desenvolvidos para outras finalidades (como aditivo na produção de borracha, entre outras aplicações) (Possas et al., 1996).

O processo produtivo agrícola está calcado num complexo ecológico que inter-relaciona solo/planta/clima e que evolui em função das intervenções a que é submetido (Romeiro, 1998). Assim, o uso (e algumas vezes o desenvolvimento) de uma técnica particular ou de uma contribuição envolve o uso (ou desenvolvimento) de pelo menos outra tecnologia diretamente relacionada (Salles Filho, 1993). Como exemplo, podemos citar as variedades de alto rendimento e o uso intensivo de fertilizantes com formulação específica; e, entre fertilizantes, pesticidas e máquinas projetadas para a sua aplicação, etc.

Além disso, uma mudança num ponto qualquer do sistema pode provocar “desequilíbrios” tecnológicos, os quais tendem a provocar reações em cadeia que sinalizam claramente seqüências particulares de inovações a serem introduzidas (Romeiro, 1998). Um exemplo disso é a utilização de pesticidas para o controle de pragas, que acabou provocando o aparecimento de pragas resistentes a estes produtos. Tal fato desencadeou uma série de inovações para tentar contornar o problema, como novos princípios ativos, controle biológico, etc.

Segundo Possas et al (1996), não existe *a priori* uma relação entre as tecnologias que surgem de diferentes fontes, como se os agentes trabalhassem propositalmente para produzir um todo homogêneo. O que acontece efetivamente é um processo interativo através do qual os conceitos técnicos e científicos gerais se espalham entre os agentes de inovação, sendo assimilados nos processos de rotina. Isso se apresenta como uma característica essencial do conceito de regime tecnológico.

Dessa forma, Possas et al (1996) propõem que a interpretação das trajetórias tecnológicas e a formação de um novo paradigma tecnológico na agricultura devem ser feitas com base na noção de “áreas-problema”. Esse conceito aproxima-se da concepção de *gargalos*

tecnológicos de Rosenberg¹⁴. É possível caracterizar tais áreas como “problemas gerais” mais evidentes na produção agrícola (como também em outras atividades).

A natureza de tais problemas é essencialmente técnica, e as soluções correspondentes são condicionadas pelo regime tecnológico atuante. No entanto, o oposto também pode ocorrer, ou seja, um determinado regime tecnológico pode ser afetado pela forma particular que estas soluções adquirem. Para Salles Filho (1993), a ocorrência de áreas-problema no processo de produção agrícola tende a se transformar em “áreas de interesse”.

Segundo Possas et al (1996), a emergência de tais áreas-problema na produção, com as respectivas soluções, guiaram o curso das trajetórias tecnológicas da agricultura moderna. Em outras palavras, na formação do padrão tecnológico atual foram estabelecidos paradigmas tecnológicos e desenvolvidas trajetórias tecnológicas que passaram, em algum momento, pela competição com outras tecnologias possíveis e com aquelas prevaletentes à época.

Romeiro (1998) apresenta ponto de vista semelhante:

“... Os fatores ecológicos definem, a partir de cada forma de intervenção no meio, as seqüências precisas de problemas técnico-científicos a serem resolvidos. A própria indústria produtora de insumos e equipamentos agrícolas nasceu para responder a essas demandas. É claro que, à medida que essa indústria se desenvolve e se oligopoliza, seu poder de barganha na fixação de preços aumenta; aumenta também sua capacidade própria de pesquisa, o que lhe confere poder para decidir, entre linhas alternativas de técnicas e produtos, aqueles que são mais rentáveis, mas os limites são dados pelas demandas concretas dos agricultores. Foram estas que efetivamente definiram o atual padrão tecnológico de modernização da agricultura mundial...” (p.185).

Os métodos de controle de pragas, por exemplo, não foram sempre os métodos químicos que conhecemos hoje em dia; houve um momento em que concorreram opções de controle biológico, produtos extraídos de plantas e produtos químicos inorgânicos. No entanto, a eficácia técnica dos pesticidas químicos, naquele momento, era absolutamente indiscutível: pequenas doses dizimavam populações inteiras de insetos (Salles Filho, 1993).

¹⁴ Rosenberg (1969) - *apud* Salles Filho (1993) - chamou a atenção para o fato de existirem imperativos tecnológicos que levam o desenvolvimento tecnológico a focar mais em certas direções do que em outras. Isso ocorreria muitas vezes em função de gargalos tecnológicos concretos que indicam um certo caminho de busca de soluções, balizadas pelo estado do conhecimento relativo àquela tecnologia ou àquele conjunto de tecnologias. A este fenômeno, Rosenberg chamou de *focusing devices*.

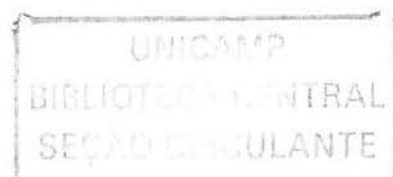
No caso dos fertilizantes, o processo foi semelhante. A resposta das plantas a grandes doses de fertilizantes químicos (super fosfato e sulfato de amônio) era claramente superior aos resultados obtidos pelo uso de fertilizantes orgânicos (esterco animal) e mesmo aos do salitre do Chile (Salles Filho, 1993).

No entanto, Salles Filho (1993) ressalta que os problemas ambientais devido a estas contribuições não puderam ser considerados, naquele momento, como áreas-problema, tais como são considerados atualmente. A descoberta, nos anos cinquenta e sessenta, da resistência dos insetos e a persistência ambiental de certos pesticidas, além dos efeitos da poluição da água por nitrato, todavia, ainda não eram suficientes para mudar o curso das trajetórias tecnológicas existentes.

Para interpretar o processo de inovação na agricultura em uma base dinâmica, Salles Filho (1993) e Possas et al (1996) propõem que, em períodos de rápidas mudanças, a análise da mudança técnica deve levar em consideração:

- (a) indicações de esgotamento das oportunidades relacionadas aos paradigmas tecnológicos vigentes (tais como custos de P&D, de obtenção de matérias-primas, redução no ritmo de geração de tecnologias, etc);
- (b) as novas oportunidades tecnológicas que estão surgindo;
- (c) a influência das barreiras existentes;
- (d) a importância relativa de cada área-problema no âmbito da produção na agricultura (sejam eles mais ou menos críticos);
- (e) o surgimento de novas áreas-problema (por exemplo, a pressão ecológica);
- (f) a importância relativa das estratégias dos agentes econômicos diretamente e indiretamente interessados no processo de inovação.

Para Possas et al (1996), esta abordagem apresenta as seguintes vantagens: em primeiro lugar, identifica as diferentes estratégias inovadoras, ao invés das interpretações habituais existentes na literatura relativa à economia rural. Assim, independentemente do quadro teórico, a maioria das interpretações considera a origem disciplinar das tecnologias como uma explicação, ou seja, as classificações tradicionais de inovações químicas, biológicas e mecânicas são comumente empregadas para explicar a dinâmica de inovação técnica na agricultura. No modelo neoclássico de inovação induzida, a inovação química (como



fertilizantes, por exemplo) veio para economizar o fator “terra”, e as mecânicas vieram economizar “trabalho”. Em algumas análises marxistas, as inovações biológicas foram desenvolvidas para reduzir o “tempo morto” no processo de produção.

Em segundo lugar, tal abordagem evita interpretações históricas simplistas, como aquelas que consideram as tecnologias como soluções naturais. Além disso, permite uma interpretação dinâmica evolutiva do processo inovativo, isto é, uma noção evolutiva, na qual os problemas e as potencialidades se tornam variáveis ao invés de parâmetros.

Na próxima seção, aprofundaremos a discussão sobre os desequilíbrios no ecossistema agrícola provocados pela monocultura. A relevância de tal aprofundamento envolve o fato de tais desequilíbrios terem induzido os procedimentos técnicos que definem o chamado “pacote” tecnológico da agricultura moderna. Como propõem Possas et al (1996), essa coerência é o resultado evolucionário de diferentes trajetórias tecnológicas seguidas pelos diversos agentes inovadores na agricultura – indústrias, institutos de pesquisa, etc. –, as quais convergiram para a consolidação do atual regime tecnológico. Entretanto, para que essa convergência ocorresse, foi necessária a existência de mecanismos de coordenação entre os diversos agentes inovadores, coordenação esta que se fez, em grande parte, em torno dos problemas concretos sentidos pelos produtores agrícolas.

1.5 – Desequilíbrios Indutores das Técnicas Agrícolas Convencionais

De acordo com Romeiro (1998), na natureza, diversidade é sinônimo de estabilidade, e, quanto mais simplificado for um determinado ecossistema, maior a necessidade de fontes exógenas de energia para manter o equilíbrio. Assim, por exemplo:

“... a estabilidade dos ecossistemas florestais relativamente homogêneos das regiões frias é garantida, em grande medida, pela forte variação da temperatura. Durante o inverno, o nível de atividade biológica se reduz, limitando o potencial desestabilizador da reprodução descontrolada das espécies que compõem o ecossistema. Nas regiões onde a variação da temperatura é pequena, ao contrário, a estabilidade dos ecossistemas florestais é garantida sobretudo endogenamente, pela sua diversidade e complexidade...”
(Romeiro, 1998 : 234).

A prática da atividade agrícola pelo homem implica a simplificação do ecossistema original. Dessa forma, os fatores desestabilizadores ganham força e obrigam o agricultor a recorrer às técnicas intensivas em energia para manter as condições favoráveis ao desenvolvimento dos vegetais. Entretanto, essas soluções técnicas não buscam eliminar as causas do desequilíbrio, mas apenas contornar seus efeitos sobre a produtividade esperada (Romeiro, 1998). Além disso, essas técnicas geralmente produzem impactos ambientais negativos, como por exemplo, o agravamento do processo erosivo no solo e a contaminação do meio ambiente por defensivos agrícolas.¹⁵

No que diz respeito à estrutura física do solo, as práticas agrícolas consideradas modernas foram desenvolvidas, de certo modo, para resolver os problemas desencadeados por ela mesma. O manejo excessivo do solo, através de arações e gradagens, provoca uma redução da matéria orgânica e, conseqüentemente, uma desestruturação do solo. A redução do teor de matéria orgânica, por sua vez, provoca uma diminuição da atividade microbiana no solo, e, conseqüentemente, uma menor formação de substâncias gomosas, lipídios e outras substâncias insolúveis em água que iriam contribuir para a estabilização e para a formação de agregados no solo. O resultado desse processo é a diminuição da estabilidade dos agregados, desestruturando-os e acelerando a compactação do solo.

Portanto, devido a esses problemas, foi desenvolvida uma série de procedimentos mecânicos para promover a reestruturação do solo. No entanto, tais procedimentos provocam um forte impacto negativo no solo, agravando ainda mais o problema. Dessa forma, torna-se necessário a utilização de máquinas e equipamentos cada vez mais possantes e pesados para amenizar esse aspecto.¹⁶ Em suma, quanto mais o solo se degrada, menos se pode contar com os fatores naturais para se obter as condições necessárias para o cultivo, as quais têm que ser obtidas por meio de novas intervenções químico-mecânicas, sendo que elas próprias são degradantes.

A contaminação ambiental por defensivos agrícolas e a resistência de pragas e doenças a esses produtos são outros exemplos de problemas resultantes das técnicas desenvolvidas para contornar o desequilíbrio causado pela excessiva simplificação do ecossistema agrícola, isto é, a monocultura. Devido a sua uniformidade genética, o cultivo de

¹⁵ Os problemas ambientais da agricultura moderna serão discutidos com mais afinco na seção 2.4.2.

¹⁶ De acordo com Pimentel (1981) apud Romeiro (1998), o baixo do teor de matéria orgânica no solo pode até dobrar a quantidade de energia necessária para arar em profundidade.

apenas uma variedade agrícola favorece o estabelecimento, a multiplicação e a propagação de pragas, doenças e plantas daninhas.

Conforme comentamos anteriormente, a utilização de defensivos químicos para o controle de pragas acabou gerando o aparecimento de pragas resistentes a estes produtos, o que desencadeou uma série de inovações para tentar contornar o problema, como novos princípios ativos, controle biológico, plantas resistentes, etc.

Além dos problemas já apresentados, a utilização de produtos químicos para controlar a infestação de pragas, doenças e plantas daninhas provoca uma perturbação da atividade biológica no solo. Tal fato agrava ainda mais a atividade biológica do solo, já afetada pela diminuição no teor de matéria orgânica e pelo excesso de práticas mecânicas (aração e gradagem).

A desestruturação do solo e a diminuição do teor de matéria orgânica perturbam o poder de retenção do solo e a sua capacidade de liberação de nutrientes no ritmo adequado às necessidades das plantas (capacidade de troca de cátions – CTC). Assim, esses fatores interferem diretamente na eficiência da utilização dos corretivos e fertilizantes a médio prazo, afetando diretamente os rendimentos das culturas ao longo do tempo.

Na tentativa de contornar esse problema, a indústria de fertilizantes tem desenvolvido e colocado à disposição dos agricultores os seguintes recursos: *i)* novas fórmulas e formulações (nitratos e fosfatado de amônia, polifosfatos, etc); *ii)* novas formas físicas (granulados, líquidos, gaseificados, em suspensão, etc); e *iii)* novas técnicas de aplicação (fracionamento das dosagens, localização, profundidade, etc) (Romeiro, 1998).

Mais especificamente, cabe considerar ainda o problema do nitrogênio, que sempre foi um dos elementos mais preocupantes. Esse elemento mineral, por ser um ânion, não é retido pelo poder absorvente do solo. Dessa forma, seu emprego excessivo provoca vários problemas, dentre os quais pode ser citada a poluição dos corpos d'água superficiais e subterrâneos por nitratos¹⁷. Portanto, a única maneira de controlar a sua disponibilidade no solo é a manutenção da taxa de matéria orgânica. Ela é a responsável pela manutenção dos microorganismos que capturam o nitrogênio e o utilizam para compor suas estruturas celulares. Quando esses microorganismos morrem, eles liberam o nitrogênio novamente ao solo.

¹⁷ Os problemas ambientais provocados pela contaminação das águas por nitrato serão discutidos na seção 2.4.2.

Para diminuir esse problema, o agricultor deveria adotar algumas práticas agrícolas mais ecológicas, tais como: *i)* fazer rotações de culturas; *ii)* cultivar adubo verde; *iii)* deixar os restos de cultura sobre o solo, etc. Dessa forma, o problema diminuiria sensivelmente, pois parte do nitrogênio que não foi absorvido imediatamente pela planta seria capturado pelos microorganismos do solo. Segundo Romeiro (1998), a indústria química tem procurado contornar o problema desenvolvendo inibidores químicos da desnitrificação ou, principalmente, empregar compostos nitrogenados protegidos (“tamponados”), de modo que sua liberação seja lenta.

Em síntese, procuramos apresentar, nessa seção, alguns dos mecanismos causadores de uma série de problemas técnicos que direcionaram e coordenaram, em grande parte, o curso de diversas trajetórias tecnológicas.

1.6 – Considerações Finais

Conforme exposto anteriormente, os mecanismos indutores do progresso técnico não são devidamente levados em conta nas principais abordagens (convencional e marxista) que procuram explicar as trajetórias tecnológicas características do processo de modernização agrícola.

Na abordagem convencional, representada principalmente pelo modelo de inovação induzida de Hayami & Ruttan (1988), a inovação tecnológica aparece como uma resposta às mudanças dos preços relativos dos fatores de produção, decorrentes de sua escassez relativa. As diferenças dos preços da terra e do trabalho explicariam, por exemplo, as diferenças nas trajetórias tecnológicas das agriculturas americana e japonesa. Tais trajetórias foram definidas, de forma simplista, em função do viés poupador de fatores de produção.

Na abordagem marxista, por sua vez, o Capital impõe, através do Estado, da agroindústria a montante e a jusante, um padrão de mudança tecnológica que lhe é favorável, envolvendo a desqualificação do trabalhador, a redução do custo de reprodução da força de trabalho urbano-industrial, o controle das forças da natureza, etc.

Finalmente, a abordagem neo-schumpeteriana propõe uma interpretação em termos de trajetórias tecnológicas para explicar a complexidade do regime tecnológico na agricultura.

De acordo com essa visão, o atual regime tecnológico na agricultura é o resultado evolucionário de diferentes trajetórias tecnológicas seguidas pelos diversos agentes inovadores – indústrias, institutos de pesquisa, organização de produtores, etc. A simplificação dos sistemas agrícolas através da monocultura desencadeou uma série de desequilíbrios no sistema, ou seja, o aparecimento das áreas-problema. Dessa forma, a emergência das áreas-problema na produção e suas respectivas soluções guiaram, em grande parte, o curso das trajetórias tecnológicas.

Nesse sentido, esse enfoque é importante não apenas do ponto de vista histórico, mas é particularmente vantajoso como método para estudar momentos de transição tecnológica, onde aparecem novas pressões para a ocorrência de mudanças, como por exemplo, a questão ambiental.

No próximo capítulo, analisaremos o processo de reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola. Esse processo de reorganização é marcado pelas modificações institucionais gerais que pressionaram a reorganização das instituições públicas de pesquisa e pelas alterações sentidas no quadro da agricultura mundial, devido ao forte questionamento e redirecionamento do padrão produtivista, ou seja, o padrão agrícola moderno. O agravamento dos problemas ambientais na agricultura contribuiu, em grande parte, pelo questionamento do padrão produtivista.

Dessa forma, o agravamento das áreas-problema provocado pela simplificação dos sistemas agrícolas – adoção monocultura – e a emergência de novas áreas-problema como a questão ambiental exigiram mudanças nas práticas agrícolas para que aliassem produtividade e baixo impacto ambiental.

CAPÍTULO 2

A REORGANIZAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE PESQUISA AGRÍCOLA

2.1 - Introdução

O processo de reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola faz parte de um movimento geral de reorganização das instituições públicas de pesquisa observado a partir da década de 1980. No entanto, apesar de ser um movimento geral, a presença de especificidades nas organizações explica a existência também de particularidades inerentes a seus processos de reorganização (Bin, 2004).

Nesse sentido, as modificações institucionais gerais que pressionam a reorganização das instituições públicas de pesquisa delimitam uma parte do contexto institucional para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola. A outra parte é um reflexo das alterações sentidas no quadro da agricultura mundial, isto é, no forte questionamento e redirecionamento do padrão produtivista.

Dessa forma, o objetivo desse capítulo é apresentar os elementos necessários para o entendimento do fenômeno global de reorganização das instituições de pesquisa agrícola, no qual a Embrapa está inserida.

A primeira seção apresenta a base conceitual para o entendimento das instituições de pesquisa como organizações que aprendem, evoluem e criam trajetórias. A seção seguinte trata do fenômeno global de reorganização das instituições públicas de pesquisa. Primeiramente, delineamos o contexto geral no qual esse fenômeno ocorre. Em seguida, discutimos os elementos comuns a esses processos de reorganização, que se manifestam com diferentes intensidades nas diferentes instituições públicas de pesquisa.

Na terceira seção, discutimos o contexto institucional para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola. Conforme dissemos anteriormente, parte do contexto institucional para a reorganização das instituições públicas de pesquisa é reflexo do questionamento do padrão produtivista. Dessa forma, iniciaremos a seção com um breve histórico do processo de mudança técnica na agricultura, de modo a oferecer os elementos

para o entendimento da configuração do padrão tecnológico agrícola moderno ou produtivista. A análise do processo de mudança técnica na agricultura se inicia com a transição de sistemas rotativos e consorciados para o sistema de monocultura, que é altamente dependente de insumos externos. A difusão desse sistema pela Revolução Verde agravou os problemas ambientais relacionados à generalização dessas práticas agrícolas modernas, principalmente nas regiões tropicais. Após essa contextualização, apontaremos os fatores que culminaram na crise desse padrão produtivista.

Na quarta seção, analisaremos os outros elementos do contexto institucional, desencadeados pela crise do padrão produtivista, que contribuíram para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola. Num primeiro momento, discutiremos o aumento da demanda por produtos agrícolas com apelo ambiental. Num segundo momento, o enfoque será voltado para a utilização das questões ambientais como barreiras não tarifárias no mercado internacional. Num terceiro momento, analisaremos as mudanças nas bases científicas e tecnológicas da agricultura. Na quinta e última seção deste capítulo, faremos algumas considerações finais.

2.2 – Instituições de Pesquisa como Organizações que Aprendem, Evoluem e Criam Trajetórias

Segundo Mello (2000), os primeiros trabalhos sobre o papel das instituições públicas de pesquisa podem ser divididos em dois grandes grupos. O *primeiro grupo* reúne aqueles que adotavam um modelo analítico-conceitual baseado na distinção entre bens públicos e bens privados. Nesse modelo, havia uma correlação entre bens públicos e pesquisa básica e bens privados e pesquisa aplicada (Hayami e Ruttan, 1988). Para o *segundo grupo*, a argumentação estaria baseada nos conceitos de grupos de interesse; em outras palavras, as instituições de pesquisa atuariam segundo o conjunto de interesses de setores hegemônicos da sociedade (Graziano da Silva, 1985; Piñeiro, 1986). De acordo com a autora, tais análises apresentam deficiências pelos seguintes motivos: *i)* não existe uma divisão clara entre a produção de bens públicos e privados; *ii)* os grupos de interesse influenciam as relações das instituições de pesquisa com seu meio, sua pauta e a dinâmica interna das instituições, mas esses argumentos

não são suficientes para explicar, por si só, os processos de reorganização das atividades de C&T e inovação. Para Mello (2000), são os aspectos econômicos, políticos, científicos e tecnológicos que pressionam os processos de reorganização.

Salles-Filho et al (2000), por sua vez, afirmam que a distinção entre bens públicos e bens privados é insuficiente, por não levar em consideração as diversas formas de apropriabilidade e de rivalidade desenvolvidas no seio da economia capitalista.

Partindo desses argumentos, adotaremos uma abordagem conceitual, desenvolvida por Mello (2000) e Salles-Filho et al (2000), de modo a compreendermos o processo de reorganização das instituições públicas de pesquisa. O modelo conceitual desenvolvido por esses autores explicita os elementos norteadores para considerarmos as instituições de pesquisa como organizações que aprendem, evoluem e desenvolvem trajetórias institucionais evolutivas.

Os autores partiram do princípio que *i)* é possível aplicar o conceito de trajetórias às instituições de pesquisa, e *ii)* que estas trajetórias co-evoluem com o ambiente técnico-científico, social, econômico, e de acordo com regras e comportamentos. Para explicitar essas diferentes relações com o ambiente, eles utilizam da abordagem de redes¹⁸ e de sistemas de inovação¹⁹.

A identificação de como ocorre a participação dos institutos nas redes permite, segundo os autores, colocar algumas questões-chave para o entendimento dos processos de reorganização. Algumas dessas questões envolvem os seguintes aspectos: *i)* as características das redes nas quais os institutos participam; *ii)* as diferenças na inserção em redes (desde o fornecimento e aquisição de conhecimento até ao desenvolvimento conjunto); e *iii)* a alteração de padrões antes e depois da realização das mudanças institucionais, entre outras.

Para compreender os motivos pelos quais as instituições se organizam em redes, e compartilham equipamentos, pesquisadores e conhecimento, os autores utilizaram os conceitos desenvolvidos por institucionalistas.

¹⁸ "... Rede de inovação é uma abordagem metodológica e conceitual que possibilita a avaliação das características e mecanismos de uma transação específica, por meio da análise dos atores, sua posição relativa, seus interesses, poder e as operações que realizam. E, especialmente, permitem promover o aprendizado, pois exploram economias de escala e de escopo..." (Salles-Filho et al, 2004 : 314).

¹⁹ Sistemas de inovação podem ser entendidos como o conjunto de instituições cujas interações determinam o desempenho inovador das organizações, o que inclui obviamente as organizações e instituições voltadas a P&D e ao ensino, agências de fomento, empresas, etc. Este enfoque permite identificar as formas organizacionais mais

Em síntese, as contribuições de autores evolucionistas, da abordagem de redes e de sistemas de inovação e dos institucionalistas formam as bases para a compreensão da reorganização institucional.

2.3 – O Contexto Institucional para a Reorganização das Instituições de Pesquisa

De acordo com a abordagem apresentada anteriormente, a sobrevivência das organizações está associada à capacidade de mudança e adaptação das mesmas em decorrência das transformações verificadas no contexto externo. No caso das instituições públicas de pesquisa, essa ameaça de sobrevivência se tornou mais forte a partir de meados da década de 1980, devido à intensidade das transformações verificadas nos contextos institucionais e tecnológicos nos quais elas estão imersas.

Segundo Salles-Filho et al. (2000), o contexto de transformações para a reorganização das instituições públicas de pesquisa é profundamente marcado pelas transformações no papel do Estado, nas mudanças técnico-científicas e na globalização dos mercados e nos novos padrões concorrenciais.

No que se refere às transformações no papel do Estado, em diversos países observou-se, nas décadas de 1980 e 1990, políticas de revisão governamental. Tais políticas alteraram a ação do Estado de estruturador e financiador de políticas públicas e de instituições. No Brasil, essas transformações também encontraram espaço e foram consubstanciadas no Plano Diretor para a Reforma do Estado, lançado em 1995.

Os efeitos da mudança do papel do Estado nas instituições de pesquisa foram bastante significativos. Nesse período, os recursos financeiros destinados às instituições passaram a ser cada vez mais questionados e reduzidos. Outro agravante é que essa restrição orçamentária ocorreu num momento em que, devido ao surgimento de novas tecnologias (como por exemplo, a biotecnologia), os custos para iniciar e conduzir um projeto de pesquisa estavam se tornando cada vez maiores (Salles Filho et al, 2000).

apropriadas para a emergência e a difusão de novas tecnologias, nelas incluídas as inovações gerenciais e administrativas (Salles-Filho, et al. 2000).

Para enfrentar a restrição orçamentária, as instituições procuraram alternativas para a obtenção de recursos. Assim, elas iniciaram ou reativaram a produção para vendas, realização de parcerias, identificação de recursos financeiros em fontes não governamentais, etc. Além da questão dos recursos, as instituições passaram a prestar contas à sociedade, a buscar uma maior eficiência de gestão e a apresentar uma subordinação às demandas da sociedade civil. Segundo Salles-Filho et al (2000), muito mais do que a falta de recursos financeiros, a crise do Estado engendra uma crise institucional para as instituições públicas de pesquisa.

Quanto às **mudanças técnico-científicas** ocorridas nas últimas décadas, a partir da emergência de novas áreas do conhecimento, novas tecnologias e novos temas de pesquisa (como a biotecnologia, a microeletrônica e o meio ambiente, entre outros) vêm dando origem a formas mais complexas de organização de pesquisa, além de redefinir critérios de alocação de recursos e de financiamento de pesquisa.

Dessa forma, o desenvolvimento do novo conhecimento torna necessário *i)* um esforço em requalificação de equipes para lidar com novos temas; *ii)* a reconfiguração das estratégias de relacionamento com o meio externo e *iii)* a redefinição de áreas estratégicas (Salles-Filho et al, 2000).

Finalmente, **a globalização dos mercados e os novos padrões concorrenciais** alteraram profundamente o ambiente no qual os institutos estão inseridos. A presença de novos atores, as novas relações estabelecidas entre estes e os atores tradicionais, novas instituições (num sentido amplo) e novas áreas do conhecimento vêm estabelecendo uma nova divisão e uma nova dinâmica de trabalho entre as organizações. A globalização e as novas dinâmicas colocam para as organizações desafios como: *i)* a necessidade de considerar benefícios intangíveis, como o aprendizado; *ii)* a operação em redes, para contornar a instabilidade e as condições adversas com maior flexibilidade e *iii)* o cultivo de competências essenciais, por meio da busca de eficiência e de maior capacitação técnico-científica e organizacional (Salles Filho et al, 2000).

Em suma, as novas demandas e desafios para a reorganização dos institutos são reflexos das transformações verificadas nos contextos institucionais e tecnológicos. Nesse sentido, devido a todas essas transformações, a reorganização das instituições de pesquisa transformou-se numa alternativa de sobrevivência.

2.3.1 – Os Processos de Reorganização Institucional

O contexto de transformações observadas no ambiente geral (comentadas na seção anterior) no qual estão inseridos os institutos públicos de pesquisa tem levado à busca de diferentes opções para a reorganização institucional e organizacional.

Segundo Salles-Filho (et al 2000), embora não haja um padrão de reorganização predominante nas instituições, existem elementos comuns aos processos de reorganização, que se manifestam com diferentes intensidades nas diferentes instituições públicas de pesquisa. Dentre esses elementos comuns, destacam-se: *i)* a diversificação das fontes e mecanismos de financiamento da pesquisa; *ii)* a redefinição dos atores, seus espaços e seus papéis; *iii)* a interação e coordenação entre os atores; *iv)* a compreensão das dinâmicas setoriais e disciplinares; e *v)* a reconciliação do compromisso público e as novas relações contratuais com o Estado.

A diversificação das fontes e mecanismos de financiamento da pesquisa é consequência da diminuição do financiamento público, que remete à necessidade de identificar e explorar novas fontes e mecanismos de financiamento nas atividades de pesquisa. Esse aspecto é um dos mais recorrentes entre as motivações para a reorganização das instituições de pesquisa. Bin (2004) chama a atenção para a possível influência dessas novas fontes de financiamento, bem como para a necessidade de geração de recursos na programação das atividades-fim dos institutos. Para a autora, esse risco de direcionamento (e conseqüente perda de autonomia) pode ser considerado inversamente proporcional ao vínculo do instituto com a sua missão.

A redefinição dos espaços, dos atores e de seus papéis, por sua vez, remete às transformações observadas no ambiente geral, a partir dos anos de 1980. Essas transformações proporcionaram o estabelecimento de uma ampla gama de atores atuando em atividades anteriormente executadas pelas instituições públicas de pesquisa, como por exemplo, a assistência técnica, a produção de vacinas, o licenciamento para produção de sementes, etc. Essa redefinição do espaço normalmente ocupado pela pesquisa pública ocorreu devido a dois fatores simultâneos: *i)* a emergência de novas áreas do conhecimento e *ii)* a incorporação de áreas de pesquisa antes mantidas fora do campo de interesse das instituições públicas de pesquisa. Além desses fatores, uma outra característica dessa redefinição dos espaços é a

expansão dos campos de interesse das instituições públicas de pesquisa. Essa expansão visa habilitar sua participação nos processos de inovação coordenados (redes e sistemas de inovação) de forma a dar uma maior autonomia financeira, gerencial e operacional, além de torná-la mais próximas dos clientes e usuários.

No que se refere à **interação e coordenação entre os atores**, a redefinição dos espaços, dos atores e de seus papéis no cenário da ciência, tecnologia e inovação implica novas formas de relacionamento entre os diferentes atores. Nesse sentido, as instituições públicas de pesquisa devem fazer opções de interação e de cooperação entre os diferentes agentes que atuam no processo de inovação como forma de melhorar o aproveitamento das economias de escala e de escopo ligadas às atividades de P&D. Para analisar as relações entre esses diferentes agentes e os demais fatores que dão suporte à inovação, o conceito de redes e o de sistemas de inovação mostraram-se bastante adequados (Salles Filho, et al, 2000).

Para que haja uma melhor **compreensão das dinâmicas setoriais e disciplinares**, a diferenciação setorial é elemento-chave no estudo da reorganização da pesquisa. A diferenciação disciplinar das áreas do conhecimento envolvidas também apresenta uma grande importância nesses estudos. De acordo com Mello (2000):

“... a definição das competências e produtos essenciais passa tanto pelo conhecimento das especificidades dos setores econômicos com os quais o instituto se relaciona, como pelas características que definem as interações entre esses setores e as áreas do conhecimento e as disciplinas predominantes em cada instituto...” (p.35).

Para a autora, a capacidade de alavancagem de recursos e o reconhecimento da natureza pública são fortemente impactados pelas especificidades setoriais e disciplinares.

E, finalmente, **a reconciliação do compromisso público e as novas relações contratuais com o Estado** envolvem um dos aspectos mais importantes para o estabelecimento de um novo contrato entre Estado e Instituições Públicas de Pesquisa: a revisão do compromisso público, tanto no seu conteúdo quanto na sua forma. No conteúdo, porque houve descolamento progressivo entre o mandato inicial das organizações e as demandas públicas originárias; na forma, porque os critérios de avaliação e controle sobre a execução da função pública deixaram de ser funcionais.

De acordo com Salles-Filho et al (2000), mudar rotinas e alterar trajetórias institucionais é a essência do desafio atual das instituições públicas de pesquisa. Entretanto, a

reconciliação do compromisso público não depende apenas da decisão formal de mudança na trajetória da organização. Depende também de efetivar novas bases contratuais que regulem as relações institucionais, particularmente nos seguintes aspectos: *i)* avaliação dos resultados mais que dos procedimentos; *ii)* gestão de recursos orçamentários e financeiros; e *iii)* gestão de recursos humanos (Bin, 2004).

Até aqui, analisamos as modificações gerais que pressionaram a reorganização das instituições públicas de pesquisa. Na seção seguinte, analisaremos o contexto institucional para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola.

2.4 – O Contexto Institucional para a Reorganização das Instituições Públicas de Pesquisa Agrícola

As modificações institucionais gerais, que pressionaram a reorganização das instituições públicas de pesquisa (e foram apresentadas nas seções anteriores) delimitam uma parte do contexto institucional para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola. A outra parte é um reflexo das alterações sentidas no quadro da agricultura mundial, isto é, no forte questionamento e redirecionamento do padrão produtivista (Bin, 2004).

A crise desse padrão produtivista – padrão agrícola moderno – exigiu, entre outras coisas, mudanças nas práticas agrícolas de modo a alinhar produtividade e baixo impacto ambiental. No entanto, antes de entrarmos na discussão sobre a crise do padrão produtivista, faremos um breve histórico do processo de formação do padrão agrícola moderno ou produtivista e dos impactos ambientais causados por esse modelo.

Após essa contextualização inicial, discutiremos os fatores que culminaram na crise do padrão produtivista. A crise desse padrão desencadeou outros elementos determinantes para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola. Entre os novos elementos, podemos destacar os seguintes: *i)* o aumento da demanda por produtos agrícolas com apelo ambiental; *ii)* a utilização das questões ambientais como barreiras não tarifárias no mercado internacional; e *iii)* as mudanças nas bases científicas e tecnológicas da agricultura.

2.4.1 – O Processo Histórico de Formação do Padrão Agrícola Moderno

A prática da agricultura teve início há mais ou menos dez mil anos, quando alguns povos do norte da África e do oeste asiático abandonaram progressivamente a caça e a coleta de alimentos e começaram a produzir seus próprios grãos. Na Europa, o cultivo da terra surgiu há cerca de 8500 anos na região da atual Grécia, e lentamente foi se difundindo pelo vale do Danúbio até chegar à Inglaterra, há aproximadamente seis mil anos atrás (Ehlers, 1996).

A agricultura – que inicialmente era baseada em sistemas de cultura itinerante – foi evoluindo para uma produção baseada em sistemas de cultura permanente²⁰. Na Europa, a agricultura permanente se consolida com a introdução do sistema de rotação bienal. Nesse sistema, o terreno é inicialmente dividido em duas partes, sendo uma cultivada e a outra deixada em “pousio”²¹. No período seguinte, ocorre uma troca, ficando em “pousio” a faixa que fora cultivada no período anterior (Romeiro, 1998).

No período entre os séculos XI e XIII, o sistema de rotação bienal foi substituído pelo sistema de rotação trienal. Nesse novo sistema, a parcela a ser cultivada passa a ser dividida em três faixas: a primeira é semeada normalmente com cereal de inverno (trigo ou centeio) no final do outono; a segunda permanece em “pousio”; e a terceira é semeada no começo da primavera com um cereal menos exigente em nutrientes que o trigo (aveia, principalmente), sendo que essa cultura destina-se, quase que exclusivamente, para a alimentação dos cavalos (Romeiro, 1998). Assim, no novo sistema, em vez de produzir somente sobre a metade da parcela a cada ano, passa-se a produzir 2/3 da área total, representando um ganho de área de aproximadamente 17% em relação ao sistema de rotação bienal.

O desenvolvimento do sistema de rotação trienal possibilitou aumentos significativos de produtividade. O sistema trienal, associado a uma série de outras inovações, promoveu grandes impactos em diversos setores da economia, principalmente no setor de transporte, devido ao emprego do cavalo.

²⁰ Para uma análise mais detalhada das mudanças tecnológicas ocorridas na agricultura neste período ver Boserup (1987) e Romeiro (1998).

²¹ Nesse caso, o “pousio” não é um período de descanso do solo para a recuperação da fertilidade. No sistema bienal, o solo é trabalhado durante todo o período de “pousio” para i) controlar o nível de umidade do solo (arações grosseiras favorecem a infiltração de água, enquanto a pulverização do solo superficial diminui a

A eliminação da necessidade de “pousio” só ocorreu com a difusão, nos séculos XVIII e XIX, do sistema de rotação que ficou conhecido como “Norfolk”²². Nesse sistema, a substituição do “pousio” como método de controle de ervas daninhas e preparo do solo deve seguir um esquema de rotação de cultura. O princípio básico é não plantar uma mesma espécie vegetal, sobretudo cereais, seguidas vezes no mesmo terreno, de modo a evitar doenças, a infestação mais intensa de ervas daninhas e a degradação da estrutura do solo. Dessa maneira, seguindo-se o esquema de rotação, o “pousio” será substituído pelo cultivo de espécies vegetais que, em função de suas características biológicas (morfologia, tipo de enraizamento, etc.) e dos tipos de cuidados de que necessitam, sejam capazes de desempenhar as mesmas funções de preparo do solo (Romeiro, 1998).

É importante assinalar que o cultivo de forrageiras com alto teor de carboidratos (raízes e tubérculos) e de proteínas (leguminosas), em lugar do “pousio” da terra, aumenta enormemente a quantidade e a qualidade do gado que pode ser criado e, em consequência, a produção de fertilizantes orgânicos. Desse modo, elimina-se a necessidade de transferência de fertilidade dos solos circundantes cobertos com florestas e pastagens, liberando essas áreas para o cultivo (Romeiro, 1998).

De acordo com Romeiro, o sistema Norfolk é altamente equilibrado do ponto de vista ecológico e, ao mesmo tempo, altamente produtivo. Nesse sistema, as complementaridades e simbioses naturais entre as diversas espécies animais e vegetais são manejadas inteligentemente de forma equilibrada.

O sistema Norfolk intensificou o uso da terra, levando ao desaparecimento lento, gradual e assimétrico dos sistemas de “pousio” na Europa Ocidental. Esse período foi chamado, por muitos autores (Boserup, 1987; Veiga, 1991; e Ehlers, 1996), de a “Primeira Revolução Agrícola”.

Apesar de o sistema Norfolk ser um sistema altamente equilibrado do ponto de vista ecológico, ele apresentava a desvantagem de limitar a área destinada à produção de cereais. Essa área, que correspondia a apenas 50% da área total, impedia a expansão do cultivo de

evaporação); ii) acelerar a mineralização da matéria orgânica através de um melhor arejamento do solo; e iii) principalmente para controlar ervas daninhas (Romeiro, 1998).

²² Norfolk é o nome do condado inglês por onde o novo sistema de cultura se difundiu na Inglaterra. Trata-se de uma região de solos arenosos pobres, mas que apresentava a vantagem de ser fácil de trabalhar (solos leves). A baixa fertilidade do solo foi gradativamente superada pelo próprio sistema de cultura que enriquecia progressivamente o solo (Romeiro, 1998).

grãos que, além de mais rentáveis, encontravam um mercado consumidor cada vez mais amplo. Além disso, a utilização dos adubos orgânicos, tanto de origem animal como provenientes dos sistemas de rotação, apresentava um dispêndio muito grande de tempo e mão-de-obra.

Dessa forma, apesar de esse sistema de rotação apresentar uma certa flexibilidade na combinação de culturas, ele era muito restritivo para os agricultores que praticavam uma agricultura especulativa – isto é, que procuravam produzir apenas o produto mais rentável, principalmente os cereais. Segundo Romeiro, o grande obstáculo encontrado na época pelos agricultores que queriam praticar a monocultura – e se desvencilhar da criação animal e do plantio de forrageiras – era o problema da manutenção da fertilidade do solo.

Nesse período, a monocultura, sobretudo de cereais, era impossível de ser praticada devido ao desgaste que provocava no solo. A monocultura só podia ser praticada em solos excepcionais – apresentavam uma excelente estrutura física e uma grande fertilidade natural –, ou próximos a fontes abundantes de fertilizantes orgânicos (Romeiro, 1998). A idéia de que se poderia dispensar o uso dos fertilizantes orgânicos para utilizar apenas os fertilizantes “artificiais” (alguns dos quais já eram conhecidos e utilizados há muito tempo como complemento do esterco²³) se chocava com a concepção aristotélica que predominava nesse período. Segundo essa concepção, a nutrição vegetal, da mesma forma que a animal, só podia ser feita através da matéria orgânica.

Em meados do século XIX, a concepção aristotélica sofre um grande abalo com a formulação das teorias sobre o comportamento das substâncias minerais nos solos e nas plantas, desenvolvidas pelo químico alemão Justus von Liebig (1803-1873). Liebig demonstrou, com base em experimentações laboratoriais, que a nutrição mineral das plantas ocorre essencialmente pela absorção de substâncias químicas presentes no solo. Assim, esses estudos desprezavam totalmente o papel da matéria orgânica na nutrição das plantas e, portanto, nos processos produtivos agrícolas (Ehlers, 1996).

Esses pressupostos levaram Liebig a pensar que o aumento da produção agrícola seria diretamente proporcional à quantidade de substâncias químicas incorporadas ao solo, levando-o a formulação da chamada “Lei do Mínimo”. Segundo essa lei, a resposta das plantas dependeria da quantidade mínima disponível de cada elemento químico necessário ao seu

²³ Pode-se citar como exemplo o nitrato de potássio, que há muito tempo já era conhecido e utilizado.

crescimento. Assim, a ausência de algum desses elementos, ou sua presença em quantidades muito reduzidas, limitaria o crescimento vegetal. A aplicação desses postulados à agricultura impulsionou a difusão da adubação mineral à base de compostos nitrogenados, fosfatados e potássicos solúveis, além do uso de calcário e de gesso nos processos produtivos (Ehlers, 1996).

Os trabalhos de Liebig e o do químico e fisiologista Theodore De Saussure (1767-1845) sobre a fotossíntese marcaram o fim de uma longa etapa, que predominou da Antigüidade até o século XIX, na qual o conhecimento agrônômico era essencialmente empírico. A nova fase, inaugurada por Liebig, corresponde a um período de rápidos progressos científicos e tecnológicos, caracterizados por estudos analíticos e pela fragmentação do conhecimento em campos específicos de investigação (Ehlers, 1996).

As teorias de Liebig provocaram uma reação adversa de pesquisadores dispostos a provar a importância das substâncias orgânicas na nutrição de plantas. No entanto, os opositores de Liebig tinham poucos fundamentos para contestar suas teorias. Na época, os meios disponíveis não permitiam demonstrar cientificamente o papel fundamental da matéria orgânica nem na manutenção da estrutura física dos solos nem na fertilidade química, resultantes da intensa atividade metabólica da micro e macro vida presentes no solo (ROMEIRO, s.d. - p.95).

As primeiras contestações científicas mais importantes em oposição ao quimicismo de Liebig foram as descobertas de Louis Pasteur (1822-1895) no campo da microbiologia. Pasteur provou que os processos de fermentação eram ocasionados pela ação de organismos vivos (leveduras) e que a nitrificação é um processo bacteriológico²⁴. Posteriormente, Serge Winogradsky (1856-1953) identificou e caracterizou novos tipos fisiológicos de bactérias e mostrou o papel desses microrganismos nas transformações dos compostos de nitrogênio e de enxofre no solo. Já Martinus Beijerinck (1851-1931) isolou, pela primeira vez, um fixador aeróbio muito ativo, que ele chamou de "*Azotobacter*". Além disso, ele demonstrou que certas reações na transformação dos compostos de enxofre são provocadas por organismos vivos.

Segundo Ehlers, os estudos de Pasteur, Beijerinck e Winogradsky, dentre outros, foram determinantes para que, no início do século XX, houvesse mais fundamentos científicos

²⁴ Nitrificação é o processo de oxidação da amônia em nitrato, sendo uma das atividades mais importantes de algumas bactérias autotróficas.

para contrapor às teorias de Liebig e provar a importância da matéria orgânica nos processos produtivos agrícolas.

Os maiores impactos das descobertas de Liebig aconteceram nos setores produtivo, industrial e agrícola, devido ao fato de elas terem estabelecido um mercado promissor de fertilizantes químicos (Ehlers, 1996). A possibilidade de se utilizar apenas os adubos químicos possibilitou aos agricultores a realização de um sonho antigo, ou seja, a prática da monocultura. A monocultura possibilita aos agricultores desvincular-se da produção animal, e, conseqüentemente, desprender-se também das culturas forrageiras e simplificar o processo de trabalho, o que facilitava o recrutamento e o trato com a mão-de-obra (Romeiro, 1998). Além disso, a redução/eliminação da pecuária permitia um ganho de espaço para a produção agrícola, possibilitando também que os agricultores se dedicassem somente às culturas que apresentassem maiores perspectivas de mercado.

Em suma, a química agrícola possibilitou a eliminação do problema do esgotamento dos solos provocados pela monocultura, viabilizando um novo modo de produção agrícola, no qual o agricultor podia desvincular das atividades de pecuária e dedicar-se somente as culturas mais rentáveis.

No entanto, a utilização maciça dos adubos industrializados demorou a ocorrer, pois seu custo no início era elevado devido à pouca produção. O seu uso generalizado só foi difundido a partir do fim da primeira grande guerra mundial (1918), quando as indústrias de explosivos ficaram sem mercado e começaram a produzir adubos nitrogenados. A partir daí, os adubos químicos começaram a ser utilizados pelos agricultores dos países mais “desenvolvidos” (Jesus, 1985).

Com o avanço da ciência genética²⁵, o fitomelhoramento teve um grande impulso, possibilitando a prática da seleção de características desejáveis nas plantas (produtividade, resistência a doenças e pragas, etc.). Nas primeiras décadas do século XX, essa prática foi sendo incorporada por empresas que iniciaram a produção de sementes de variedades vegetais selecionadas e geneticamente melhoradas (Ehlers, 1996).

De acordo com Ehlers, uma série de descobertas científicas e os avanços tecnológicos – como os fertilizantes químicos, o melhoramento genético das plantas e os

²⁵ O surgimento da ciência genética está associado às descobertas do monge austriaco Johann Gregor Mendel (1822-1884). Segundo Ehlers (1996), pode-se dizer que as descobertas de Mendel foram tão relevantes quanto as de Liebig para a modernização da agricultura.

motores de combustão interna – viabilizaram o progressivo distanciamento da produção animal da produção vegetal, marcando o início de uma nova e ainda mais produtiva fase da história da agricultura: a Segunda Revolução Agrícola.

A junção do fitomelhoramento com a motomecanização e altas dosagens de adubos químicos, após a Segunda Guerra Mundial, gerou um aumento considerável da produtividade nos Estados Unidos e na Europa. A química agrícola – que, de certa forma, havia perdido espaço devido às descobertas em outras áreas da ciência dos solos (tais como microbiologia, física, morfogênese e classificação) – retoma o seu espaço de maneira intensa (Jesus, 1985). Nesse período, as empresas multinacionais, principalmente as norte-americanas, começaram a dominar o mercado mundial de fertilizantes.

O avanço da monocultura, associado à redução da rotação de culturas, desencadeou um aumento da incidência de pragas e doenças, levando ao desenvolvimento de técnicas para a proteção das culturas²⁶. Os avanços nessa área foram impulsionados pelas duas grandes guerras mundiais, nas quais as tecnologias desenvolvidas para o uso militar foram adaptadas para a produção de substâncias tóxicas às pragas e doenças.

Muitos compostos produzidos como armas químicas foram transformados em pesticidas, sendo utilizados para combater as pragas nas lavouras ou usados nas campanhas de saúde pública. Como exemplo, podemos citar os agrotóxicos 2,4-D e 2,4,5-T, desenvolvidos nos EUA para serem utilizados na Segunda Guerra Mundial, e lançados alguns anos depois no mercado como insumos agrícolas. Se não fosse a rápida adaptação de parte do parque industrial bélico para a produção de insumos químicos e motomecânicos para a agricultura, grande parte desse parque industrial ficaria ocioso com o fim da guerra (Ehlers, 1996).

Além disso, é importante destacar que a transição dos sistemas rotacionais diversificados e consorciados para os sistemas simplificados foi marcada pela apropriação industrial das atividades rurais, ou seja, por um crescente envolvimento do setor produtivo com a produção de insumos e equipamentos para a agricultura (Goodman et al., 1990).

Salles Filho (1993) resume as características desse novo padrão tecnológico em três pontos centrais: *i*) as heterogeneidades e complementaridades existentes entre os diversos insumos e técnicas; *ii*) a redefinição da inserção da agricultura na economia com integração

²⁶ A origem e evolução dos defensivos agrícolas podem ser encontradas em Salles Filho (1993:23-4).

com segmentos industriais (a jusante e a montante do processo produtivo) e comerciais (interno e externo); e *iii*) a busca pelo aumento de produtividade da terra e do trabalho.

No final nos anos de 1960 e início da década de 1970, o padrão agrícola químico, motomecânico e genético, desenvolvido nos EUA e na Europa, foi disseminado para várias partes do mundo, originando um dos períodos de maiores transformações na história recente da agricultura, a “Revolução Verde”.

Destinada a resolver o problema da fome no mundo, a Revolução Verde visava melhorar os índices de produtividade agrícola. Tais índices seriam obtidos através da utilização de variedades melhoradas geneticamente e de um conjunto de insumos e práticas agrícolas, que ficou conhecido como “pacote tecnológico”.²⁷

A difusão da Revolução Verde nos países subdesenvolvidos contou com o apoio dos governos locais, das empresas produtoras de insumos e também de órgãos externos, tais como o Banco Mundial, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), dentre outras.

No que se refere ao aumento da produção total da agricultura, a Revolução Verde foi um sucesso. Segundo Ehlers (1996), entre 1950 e 1985, a produção mundial de cereais passou de 700 milhões para 1,8 bilhão de toneladas, uma taxa de crescimento anual de 2,7%. No entanto, o tempo demonstrou que o sucesso inicial se transformaria em uma série de preocupações, relacionadas tanto a seus impactos sócio-ambientais quanto à sua viabilidade energética.

Uma das maiores críticas à Revolução Verde é de que esse modelo, criado inicialmente nos países desenvolvidos, foi disseminado aos países subdesenvolvidos sem levar em conta as características intrínsecas de cada região. Dessa forma, essa disseminação gerou problemas sociais, ambientais e econômicos.

Do ponto de vista social, tal modelo apresenta vários problemas, tanto ambientais quanto sócio-econômicos. Como exemplo, podemos citar o desemprego de grande parte dos trabalhadores agrícolas. Sem emprego, esses trabalhadores migram para as cidades, intensificando o êxodo rural e promovendo o aumento da concentração de terras, dentre outros distúrbios sociais. No que se refere ao aspecto econômico, o modelo apresenta problemas de

²⁷ A discussão sobre a disseminação dos “pacotes tecnológicos” será realizada no Capítulo 3.

sustentabilidade, em virtude da diminuição da rentabilidade agrícola, provocada, em grande parte, pelo maior consumo de insumos.

Finalmente, do ponto de vista ambiental, podemos citar vários impactos negativos, tais como: a contaminação da água subterrânea por nitratos e agrotóxicos, erosão, perda de biodiversidade, emissão de carbono para a atmosfera e contaminação dos alimentos e do próprio homem. Os problemas ambientais da agricultura moderna serão abordados na seção a seguir.

2.4.2 – Problemas Ambientais Ocasionadas Pela Agricultura Moderna

Nas regiões tropicais, a importação das tecnologias agrícolas dos países desenvolvidos fez com que os impactos ambientais da agricultura moderna fossem mais graves do que nas regiões de clima temperado. Conforme apresentamos no Capítulo 01, os esforços para alcançar o desenvolvimento agrícola através da transferência direta de materiais e práticas agrícolas, foram, em grande parte, mal sucedidos, pois essas técnicas foram desenvolvidas para agricultura de clima temperado, como da Europa e dos EUA, e, na transposição dessa tecnologia para os trópicos, não foram levadas em consideração as diferenças ecológicas e a disponibilidade de fatores entre essas duas regiões.

Nos trópicos, a ausência de uma estação fria faz com que o equilíbrio de cada sistema dependa inteiramente da diversidade biológica, ou seja, das interações entre os vários níveis tróficos das cadeias alimentares (competidores, inimigos naturais e patógenos) para a estabilidade das populações das espécies animais e vegetais (Romeiro, 1998).

Além disso, nas condições tropicais, a uniformidade climática permite, por exemplo, no caso das pragas, o desenvolvimento de um maior número de gerações de uma espécie por ano, ao contrário do que acontece nas outras regiões, onde invernos rigorosos limitam esse número. Desse modo, a monocultura, nessas regiões, tem necessidade de um controle químico mais rigoroso para ser viável. Tal controle químico, porém, agrava os problemas no meio ambiente.

O uso excessivo de agrotóxico pode contaminar, através de seus resíduos, o solo²⁸, os cursos d'água, os lençóis freáticos e os alimentos, tornando o consumo de certos produtos de grande risco para a saúde humana. Segundo Jorge e Torre-Neto (2002), pelo menos 45 tipos de agrotóxicos já foram detectados no lençol freático, o que tem tornado a legislação mundial a esse respeito muito mais severa.

Além disso, o uso indiscriminado de agrotóxicos pode levar à resistência das pragas a esses produtos, ao aparecimento de novas pragas e a um desequilíbrio na cadeia de presas e predadores.²⁹

As técnicas de revolvimento do solo também são fruto da transposição para os trópicos das técnicas de preparo dos solos desenvolvidas para regiões de clima frio. Segundo Primavesi (2002), nos países de clima temperado, a exposição do solo desnudo e esboroado ao sol e à chuva cumpre um papel importante no seu reaquecimento após o degelo no início da primavera, configurando-se como um processo necessário para acelerar a reativação da vida microbiana. Dessa forma, a manutenção do solo desnudo, livre de cobertura vegetal, permite uma insolação mais intensa e promove a melhoria das condições físico-químicas e biológicas dos solos.

Nas regiões tropicais, permanentemente quentes, isso não só não é necessário como deve ser evitado, devido ao sol forte e às chuvas torrenciais, característicos da região. O sol forte tem um efeito devastador sobre a matéria orgânica e sobre a microvida nas camadas mais superficiais do solo. As chuvas torrenciais, por sua vez, ao caírem sobre os solos desnudos, juntamente com a perda matéria orgânica provocada pelo sol, arrasam a estrutura das camadas superficiais dos solos, causando erosões.

Outro aspecto a ser considerado envolve o manejo excessivo do solo, que, através de arações e gradagens, tem levado a um dos principais problemas da agricultura moderna nas

²⁸ Conforme apresentamos na seção 1.5, a contaminação do solo pelo uso sistemático de defensivos químicos afeta a micro flora e fauna do solo, a ponto de interferir na capacidade produtiva, uma vez que esses microorganismos têm um papel importante na nutrição vegetal e na estabilidade da estrutura física do solo.

²⁹ A resistência das pragas a agrotóxicos é o termo usado para indicar um fenômeno, desenvolvido por seleção, pelo qual espécies antes suscetíveis a determinados praguicidas não são mais controlados economicamente por eles nas dosagens recomendadas. As novas populações passam a tolerar doses que antes matavam quase que a totalidade de seus progenitores. Isso se deve ao fato de que existem, na natureza, indivíduos portadores de genes para resistência. Tais genes, porém, ocorrem em pequena percentagem nas populações das espécies suscetíveis. A aplicação do mesmo ingrediente ativo repetidas vezes faz com que os indivíduos resistentes acabem sendo selecionados, constituindo-se a maioria. Ao reproduzirem entre si, transmitem os genes de resistência aos seus descendentes, de tal forma que, em pouco tempo, esses genes predominam, tornando a espécie resistente (Paschoal, 1979).

regiões tropicais e subtropicais: a perda de fertilidade dos solos, provocada pela mineralização excessiva da matéria orgânica e pelas altas taxas de erosão. Nos trópicos, a matéria orgânica é mineralizada cerca de cinco vezes mais rapidamente do que nas regiões temperadas (Sánchez & Logan, 1992 *apud* Derpsch, 1997).

A matéria orgânica atua fundamentalmente sobre a composição química do solo (CTC)³⁰. Dessa forma, seu teor é um dos principais termômetros para medir a sustentabilidade das práticas agrícolas nos solos tropicais e subtropicais. As conseqüências da redução do teor de matéria orgânica, portanto, se refletem diretamente sobre a eficiência da utilização dos corretivos e fertilizantes a médio prazo, afetando diretamente os rendimentos das culturas ao longo do tempo (Borges Filho, 2001).

Além disso, a redução da matéria orgânica enfraquece a atividade microbiana no solo, o que resulta numa diminuição das substâncias gomosas, lipídios e outras substâncias insolúveis em água que iriam contribuir para a estabilização e para a formação de agregados no solo. O resultado desse processo é a diminuição da estabilidade dos agregados, desestruturando-os e acelerando a compactação do solo. A compactação, além de prejudicar o desenvolvimento das raízes das plantas, diminui a capacidade de infiltração de água, aumentando os problemas de erosão.³¹

De acordo com Primavesi (2002), a erosão com a qual nos deparamos hoje não é um fenômeno natural, sendo provocada pela infiltração deficiente da água no solo, pela perda de sua bioestrutura e por um manejo incorreto. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, as perdas de solo nas propriedades brasileiras, onde predominam os sistemas convencionais de manejo, situam-se ao redor de 25 toneladas anuais por hectare, quando os níveis considerados normais variam de 3 a 12 toneladas (PNUD, 1999).

A erosão é uma das principais responsáveis pela diminuição do potencial produtivo dos solos, devido à remoção paulatina de sua camada mais fértil. A manutenção da produtividade em níveis elevados só é possível pela utilização crescente de fertilizantes e corretivos, acarretando uma elevação nos custos de produção. Tais insumos, por sua vez, são

³⁰ Cerca de 85% da CTC (Capacidade de Troca Catiônica) total dependente de pH dos solos tropicais provém da matéria orgânica. Isso se deve ao fato de a maioria dos solos tropicais ser altamente intemperizada, apresentando argilas com cargas dependentes de pH muito baixas (Henklain, 1997).

³¹ As plantas com um sistema radicular deficitário não conseguem explorar um grande volume de solo, ficando as raízes restritas às camadas mais superficiais do terreno, prejudicando a absorção de água e nutrientes. A

freqüentemente carregados para os corpos d'água superficiais e subterrâneos, o que provoca sérios impactos ao meio ambiente.

Dentre os agroquímicos utilizados na agricultura, a contaminação do lençol freático por nitratos é hoje um dos principais problemas ambientais agrícola nos países desenvolvidos. Os nitratos constituem-se em um dos mais sérios contaminantes dos recursos hídricos, especialmente no caso das águas subterrâneas, podendo causar metemoglobinemia em crianças quando sua presença estiver acima do permitido na água de consumo doméstico³². Os nitratos contaminam os lençóis subterrâneos através da lixiviação dos fertilizantes nitrogenados e dos resíduos orgânicos animais e vegetais aplicados na agricultura.

Os sedimentos que contêm nitrogênio e fósforo podem provocar ainda um rápido desenvolvimento de vegetais aquáticos (processo de eutrofização), principalmente de algas, que elevam o consumo de oxigênio e impedem a sobrevivência de outros organismos como peixes e crustáceos (Brady 1983, *apud* PNUD 1999). Os animais aquáticos também são afetados pelo aumento da turbidez da água, que é provocada, por sua vez, pelo aumento das partículas em suspensão e também pela presença de metais pesados, contidos em muitos fertilizantes e corretivos.

Além dos fatores já mencionados, uma outra causa de impactos ambientais é a expansão das fronteiras agrícolas. De acordo com Campanhola et al. (1996), a expansão dessas fronteiras causa substituição dos ecossistemas originais trazendo mudança da paisagem local, mudanças climáticas, alterações da biodiversidade, extinção de espécies, desequilíbrios na cadeia alimentar e alteração do ciclo hidrológico.

Em síntese, por serem sistemas ecológicos muito simplificados, as monoculturas são bastante instáveis, favorecendo o estabelecimento, a multiplicação e a propagação de pragas, doenças e ervas invasoras. Além disso, as variedades atualmente utilizadas contribuem para agravar esse problema. Por serem menos rústicas (por apresentarem folhas mais tenras, caules mais tênues, raízes reduzidas, etc.) e geneticamente uniformes, são mais vulneráveis ao ataque das pragas e doenças e menos competitivas com as ervas invasoras, principalmente nos trópicos. Nessa região, o número de espécies fitófagas e ervas invasoras é muito maior, como

deficiência na absorção de água e nutrientes ocorre pelo reduzido volume explorado pelas raízes e pelo aquecimento da parte superior do solo, que impede a absorção radicular.

também os patógenos, que são favorecidos pela grande umidade presente. Dessa maneira, as monoculturas nos trópicos requerem aplicações freqüentes de agrotóxicos (inseticidas, fungicidas, herbicidas, e outros), agravando, assim, os problemas ambientais.

2.4.3 - A Crise do Padrão Agrícola Produtivista

A partir da década de 1980, começam a surgir evidências de uma crise no padrão tecnológico de modernização agrícola. Segundo Romeiro & Salles Filho (1997), os efeitos cumulativos dos desequilíbrios ecológicos causados pelas práticas agrícolas modernas tornaram-se progressivamente mais evidentes, mobilizando a opinião pública, ao mesmo tempo em que reduziam a eficácia econômica destas práticas. Nesse sentido, para esses autores, o padrão agrícola moderno vem sendo questionado por razões de ordem ecológica e econômica.

As razões de ordem ecológica encontram-se nos limites biológicos, na degradação do espaço agrícola e na qualidade dos produtos agrícolas – presença de resíduos químicos, baixos teores de micronutrientes, etc. As razões de ordem econômica, por sua vez, são afetadas diretamente pelos limites biológicos e pela degradação do espaço agrícola (Romeiro & Salles Filho, 1997). Os autores citam, como exemplo, a capacidade de resposta dos vegetais a fertilização química, que atingiu um limite a partir do qual o custo de doses adicionais de fertilizantes é superior à renda que se poderia obter, além do agravamento dos problemas ambientais.

De acordo com Albergoni & Pelaez (2004), esse modelo produtivo passou a apresentar limites de crescimento a partir da década de 1980, com a diminuição do ritmo de inovações, o aumento concomitante dos gastos em P&D e a identificação dos impactos ambientais advindos do uso intensivo de insumos químicos e das técnicas agrícolas modernas.

Além desses fatores, o modelo começou a apresentar sinais de esgotamento dos retornos econômicos esperados, pois, apesar do uso crescente de insumos químicos, os aumentos da produção foram decrescentes. De uma taxa de aproximadamente 50% no período

³² Os nitratos transformam-se em nitritos, na própria planta e no organismo humano e, a partir do nitrito, formam-se substâncias muito perigosas para a saúde humana, como a metemoglobina, que resulta da combinação de nitrito com a hemoglobina, impedindo o transporte do oxigênio e provocando asfixia.

1961-1971, os incrementos da produção (ou produtividade marginal) passaram para uma taxa de aproximadamente 25%, no período 1971-1981, e de aproximadamente 15%, no período 1981-1991 (Albergoni & Pelaez, 2004).

Bonny (1993) afirma que a crise do padrão agrícola moderno foi decorrente de três fatores principais: *i)* da mudança no contexto econômico, com o aumento do preço dos insumos em decorrência da crise do petróleo na década de 1970; *ii)* da saturação de mercados compradores e do desenvolvimento de excedentes, gerando conflitos comerciais nos mercados internacionais e mudanças na demanda; e *iii)* dos limites estabelecidos pelo próprio modelo, como a grande necessidade de capital, danos ambientais crescentes, custo do suporte dos mercados e estagnação dos lucros dos agricultores.

Segundo Flores (1990), a crise do modelo internacional de desenvolvimento colocou em xeque tanto o padrão de concorrência econômica via preço quanto o padrão de enfoque “produtivista”, que visava apenas a ampliação da capacidade de produzir mais. Para o autor, a década de 1990 sinaliza o desenho de um novo padrão de concorrência econômica, centrado na competitividade via qualidade e diversificação de produtos. Dessa forma, o novo padrão de concorrência privilegiará aqueles produtos agropecuários, florestais e agroindustriais que se caracterizarem pelo uso intensivo de conhecimentos científicos e tecnológicos.

De acordo com Romeiro & Salles Filho (1997), a incorporação de inovações que tornem o atual padrão tecnológico menos agressivo ao ambiente deve se dar por dois caminhos complementares. O primeiro seria através do próprio produtor, que deverá reduzir o grau de impactos ambientais através de práticas agrícolas mais ecológicas. O segundo caminho ocorreria através das indústrias fornecedoras de insumos, bem como das processadoras do produto agrícola (ambas geradoras de inovações), que se vêem diante de novas demandas dos agricultores, nas quais a problemática ambiental assume um papel-chave.

Para Romeiro & Salles Filho (1997), as transformações do padrão tecnológico agrícola não se dão exclusivamente por pressões (ou oportunidades) de ordem ambiental. As mudanças que estão ocorrendo são de natureza global e geral. Global porque não é um fenômeno localizado; geral porque atinge toda a base do padrão produtivista desenvolvido desde o pós-guerra. Para os autores, as mudanças no padrão agrícola estão relacionados aos seguintes aspectos: *i)* às transformações nas políticas agrícolas, principalmente no que se refere à manutenção da renda dos produtores rurais; *ii)* ao comércio internacional – redução de

barreiras tarifárias; *iii*) às bases científicas e tecnológicas, com os avanços no campo da biologia molecular e biotecnologia; *iv*) aos novos padrões de consumo de alimentos, com a inclusão de aspectos nutricionais e de saúde; e *v*) à organização da pesquisa e aos próprios mercados de produtos agrícolas. Esses fatores serão analisados com maior ênfase nas próximas seções.

Bonny (1993) sugere que o padrão produtivo da agricultura, no futuro, será multifuncional (isto é, incluirá atividades rurais não agrícolas), diversificada (com diferentes formas de produção agrícola), adaptável e flexível (à evolução dos diferentes segmentos da demanda e às negociações internacionais) e imaginativa (para responder à diversidade da demanda, proteger o meio ambiente e valorizar os espaços rurais). Esse padrão reflete tudo aquilo que pode ser definido como agricultura sustentável: é economicamente viável, ecologicamente sadia e socialmente aceitável.

Em suma, a partir da década de 1980 começam a surgir evidências de uma crise no padrão produtivista, bem como nas bases da pesquisa agrícola que sustentam esse modelo. Dessa forma, essa crise é uma resposta às pressões de diferentes naturezas, dentre as quais se encontram a econômica, a ambiental, os novos padrões de consumo de alimentos, as novas bases científicas e tecnológicas, etc.

2.5 - Outros Elementos do Contexto Institucional para a Reorganização das Instituições Públicas de Pesquisa Agrícola

Conforme dissemos anteriormente, as modificações institucionais gerais – que pressionaram a reorganização das instituições públicas de pesquisa – delimitam uma parte do contexto institucional para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola. A outra parte é um reflexo do questionamento e redirecionamento do padrão produtivista. Em outras palavras, a crise do padrão produtivista desencadeou outros elementos determinantes para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola. Entre os novos elementos, podemos destacar: *i*) o aumento da demanda por produtos agrícolas com apelo ambiental; *ii*) a utilização das questões ambientais como barreiras não tarifárias no mercado internacional; e *iii*) as mudanças nas bases científicas e tecnológicas da agricultura.

2.5.1 – O Aumento da Demanda por Produtos Agrícolas com Apelo Ambiental

O mercado mundial de alimentos vem sofrendo grandes transformações nas últimas décadas, principalmente com *i)* as mudanças relacionadas ao desenvolvimento de novos hábitos alimentares (como por exemplo, a alimentação natural)³³ e novos estilos de vida; e *ii)* a crescente preocupação com a segurança alimentar³⁴ e com o meio ambiente. Essas transformações têm levado a uma crescente demanda por produtos que tenham um forte “apelo ambiental”, isto é, produtos que não agredam o meio ambiente – isto é, que causam um mínimo de degradação e utilizam poucos insumos –, elaborados em pequena escala e em comunidades tradicionais, o que caracteriza também um apelo social.

A proteção do meio ambiente apresenta-se, portanto, como um fator de estímulo ao comércio para a utilização de tecnologias menos nocivas ao ambiente. Dessa forma, surge um novo mercado para os produtos agrícolas, o “mercado verde”.

A procura por esses “produtos verdes” vem aumentando bastante nos últimos anos, e a produção de alimentos orgânicos parece ser um dos mercados mais promissores dentro dessa tendência. A agricultura orgânica refere-se a um modelo de produção que, pelo fato de não recorrer aos insumos químicos, coloca no mercado um produto de alto valor biológico e nutricional.³⁵

O crescimento da demanda por “produtos naturais” fez aumentar a preocupação do consumidor com os aspectos relacionados à origem dos alimentos consumidos (como, onde e quem produziu), pois, na maioria dos casos, os atributos não são distinguíveis de modo evidente e visível, ou seja, não há como verificar a segurança do alimento apenas pelo seu aspecto externo ou sabor na ocasião da compra. Paralelamente a esse processo, ocorreu o

³³ O interesse em aspectos nutricionais e a demanda por produtos de melhor qualidade por parte do consumidor aumentam de acordo com a renda, o grau de informação e a idade. Os fatores que influem na formação das preferências pelos atributos alimentares são de várias naturezas: em primeiro lugar, podemos identificar as qualidades extrínsecas do produto, isto é, sua aparência, cor, tamanho e formato; em segundo, qualidades intrínsecas, tais como ausência de resíduos químicos, aditivos ou conservantes e valor nutricional (Spers, 1993).

³⁴ “... Por segurança alimentar entende-se todo o processo que trata de garantir à população o acesso a alimentos de qualidade, inócuos e nutritivos. De acordo com esta definição, a análise da política de segurança alimentar nos diferentes países têm sido muito diversa. Nos países em vias de desenvolvimento, sobretudo aqueles em que existe um desajuste entre oferta e procura, a política de segurança alimentar têm-se ocupado em cobrir as necessidades nutricionais básicas da população. Nos países mais desenvolvidos, excedentários em produção de alimentos e com uma forte concorrência em preços, a política de segurança alimentar instrumentalizou-se através de medidas tendentes a garantir a qualidade e inocuidade dos alimentos oferecidos ...” (Lucas, 2003).

³⁵ A agricultura orgânica será discutida com maior ênfase na seção 2.5.3.3.

crescimento do interesse das empresas na adoção de processos limpos e na divulgação desse uso, como forma de expandir seus mercados. Nesse sentido, houve uma grande procura por “rótulos ambientais” e “certificados de origem”. Com a entrada dos alimentos geneticamente modificados (transgênicos) no mercado de consumo, esse interesse se intensificou ainda mais.

Os *rótulos ambientais* são selos de comunicação que visam dar informações ao consumidor a respeito do produto. Atualmente, eles se apresentam sobre diferentes nomenclaturas. O Selo Verde, por exemplo, é o nome genérico para qualquer programa de rotulagem que evidencia um aspecto ambiental. Dessa forma, selo verde, selo ambiental, rotulagem ambiental, rótulo ambiental e rótulo ecológico são tratados como sinônimos (Godoy & Biazin, 2001).

A rotulagem possibilita ao consumidor a escolha de produtos com características diferenciadas. No entanto, a confiança dos consumidores nos sistemas de rotulagem exige a capacidade de distinguir os produtos alimentares e a separação dos seus atributos ao longo do sistema produtivo. Dessa forma, surge a necessidade de rastreabilidade do produto.

A rastreabilidade é a habilidade de registrar o caminho, a aplicação e a localização de um produto com características específicas, e implica instituir uma sistemática de registro e transmissão de informações sobre atributos específicos do produto por todas as etapas da cadeia produtiva, da produção até a comercialização final. As técnicas de rastreabilidade são utilizadas principalmente para auxiliar na separação de produtos alimentares com diferentes atributos, sendo particularmente aplicada na distinção e segregação de grãos geneticamente modificados e grãos convencionais, e na preservação de identidade de produtos orgânicos e especialidades (Food Standards Agency, 2001 apud Pessanha & Wilkinson, 2003).

Já a *Certificação Ambiental* é um processo diferente, pois a empresa passa por um programa para atender a determinadas exigências para obter um diploma/certificado (Godoy & Biazin, 2001). Na certificação de alimentos, a empresa certificadora fiscaliza os processos e a manutenção da integridade dos produtos ao longo da cadeia agroalimentar, com base em normas de produção regulamentadas que orientam a produção e o processamento.

De acordo com Godoy & Biazin (2001), a rotulagem, do ponto de vista dos benefícios ambientais, pode ser um instrumento na difusão de um novo comportamento do consumidor e do produtor. Do lado do produtor, a rotulagem *i)* traz benefícios sociais ao internalizar nos custos de produção as externalidades ambientais negativas; *ii)* diferencia os

produtos em relação aos concorrentes; *iii*) incentiva o desenvolvimento de tecnologias apropriadas; *iv*) amplia o mercado para novos produtos ambientalmente sustentáveis quanto ao uso dos recursos naturais; *v*) possibilita a obtenção de preços diferenciados e *vi*) diminui os custos com seguros (Godoy & Biazin, 2001).

Do lado do consumidor, *i*) é um importante instrumento de educação em direção à mudança para hábitos de consumo mais positivos do ponto de vista ambiental; *ii*) possibilita a incorporação dos aspectos ambientais no dia-a-dia dos cidadãos e *iii*) evidencia a sua capacidade de interferência (Godoy & Biazin, 2001).

O aumento da demanda pelos produtos com maior apelo ambiental fez com que os debates sobre o assunto transcendessem as fronteiras nacionais, passando a constituir atualmente um requisito de peso ao comércio internacional.

2.5.2 – A Utilização das Regulamentações Ambientais como Instrumento Protecionista no Comércio Internacional

A crescente preocupação com as questões ambientais acabou gerando no mercado a utilização de restrições ambientais como barreira não-tarifária nas relações internacionais.³⁶ Em outras palavras, os países que visam ao protecionismo de suas indústrias se utilizam das questões ambientais para criar uma diversidade de exigências para entrada de produtos oriundos de outros países, de forma a dificultar, ou mesmo impedir, a entrada de produtos vindos do exterior.

Esse problema não é recente. Na II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Eco-92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, foram firmados protocolos (de intenções) sobre o clima, a biodiversidade e as florestas, além de uma declaração e a Agenda 21. A Declaração do Rio tem um conjunto de 26 princípios, dentre os quais dois são importantes para nossa discussão: os princípios 11 e 12. O princípio 11 relaciona os objetivos e prioridades ambientais de cada país ao seu próprio contexto ambiental e de desenvolvimento, sublinhando que padrões adotados por alguns países podem ser

³⁶ As barreiras não tarifárias são restrições de quantidades, composição e destino de produtos no comércio internacional, podendo ser citadas as quotas, os contingenciamentos, as licenças de importação, as medidas sanitárias e fitossanitárias, entre outras.

inadequados para outros, especialmente para os países em desenvolvimento. O princípio 12, por sua vez, reitera os princípios fundamentais do GATT (Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio) de não discriminação de todas as formas de protecionismo, ainda que disfarçadas de propósitos ambientais fora da jurisdição do país importador (Godoy & Biazin, 2001).³⁷

A criação da Organização Mundial de Comércio (OMC) em 1995³⁸, resultado da Rodada do Uruguai, veio de encontro à necessidade de mediação das negociações comerciais multilaterais no âmbito mundial para uma substancial liberalização do comércio e estabelecimento de normas bem definidas para respaldar e estimular as relações comerciais entre os países. De acordo com Bin (2004), um dos pontos importantes foi a inclusão do princípio de não contradição entre o estabelecimento dessas normas e a proteção ambiental e promoção do desenvolvimento sustentável.

A pressão pela liberalização do comércio (e cumprimento do princípio da não discriminação da OMC) tem pressionado a diminuição das barreiras tarifárias³⁹ (Bin, 2004). No entanto, essa pressão estimula a criação de barreiras não tarifárias, que podem ser justificadas sob outro argumento que não o protecionismo. Os principais argumentos são aqueles relacionados a restrições técnicas e sanitárias impostas pelos países importadores. Além dos aspectos relacionados à qualidade de produtos, saúde da população, trabalho infantil e proteção ao meio ambiente.

Dessa forma, as questões ambientais e sociais podem se constituir barreiras comerciais disfarçadas, que podem restringir ou até inviabilizar o acesso dos países emergentes ao comércio mundial. Segundo Bin (2004), a inclusão das barreiras não tarifárias de ordem ambiental no âmbito das relações comerciais internacionais se deu principalmente a partir da década de 1990, com estímulo ao uso de rotulagens ambientais para ancorar esses padrões.

Em relação a rotulagem, Godoy & Biazin (2001), ressaltam que enquanto para a maioria dos países desenvolvidos a adoção de selos verdes ou demais imposições ambientais é um diferencial de competitividade para o mercado interno e externo, para os países em

³⁷ Na Rio + 10 em Johannesburgo, na África do Sul, o assunto também esteve em pauta de discussão, com o intuito de se estabelecer complementaridade entre interesses comerciais e ambientais.

³⁸ A Organização Mundial do Comércio (OMC) foi implementada a partir de janeiro de 1995, sucedendo ao GATT.

³⁹ Barreiras tarifárias são restrições impostas pelos governos mediante tarifas aduaneiras ou impostos de importação.

desenvolvimento, a adoção é também uma exigência para integração no comércio internacional.

Godoy & Biazin (2001) indicam três possibilidades de efeitos comerciais negativos dos programas de selo verde sobre o acesso a mercado: *i)* podem discriminar contra produtores estrangeiros, pela influência de produtores domésticos na seleção das categorias de produtos e na formulação de critérios, que refletem suas condições e prioridades nacionais; *ii)* podem constituir barreiras técnicas ao comércio se a determinação dos critérios, em particular quanto ao uso de matérias-primas e métodos e processos de produção, não estiver baseada em considerações objetivas e científicas ou deixe de levar em conta os processos existentes em outros países; *iii)* podem afetar os custos e a competitividade dos produtores estrangeiros.

Portanto, do ponto de vista do comércio internacional, a preocupação é que a rotulagem pode resultar em discriminação contra produtores estrangeiros. Assim, apesar da adoção aos programas de rotulagem ser voluntário, eles podem afetar competitividade e agir como barreiras não-tarifárias nas relações internacionais.

2.5.3 – Bases Técnico-Científicas para a Agricultura Sustentável

A partir da década de 1980, com a crise do padrão produtivista, começou a ocorrer uma reorientação das políticas agrícolas tradicionais, isto é, políticas essencialmente voltadas ao aumento da produção e da produtividade. Essa reorientação caracterizou-se pela emergência de novos temas, como a sustentabilidade na agricultura.

2.5.3.1 – A Concepção da Agricultura Sustentável

A partir de 1980, o termo Desenvolvimento Sustentável começou a ganhar espaço em vários setores. A expressão tornou-se mundialmente conhecida em 1987, com o encerramento dos trabalhos da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Comissão Brundtland e com a publicação do relatório *Nosso Futuro Comum*,

no qual o critério de sustentabilidade aparece como argumento central para a formulação de novas políticas de desenvolvimento.

O conceito de Desenvolvimento Sustentável teve uma ampla aceitação. Entretanto, segundo Romeiro (2001), por essa proposição ser basicamente normativa, não foi capaz de eliminar as divergências quanto a sua interpretação. As dificuldades desse entendimento revelam-se não apenas nas incontáveis definições de desenvolvimento sustentável mas também nas diferenças de interpretação de uma mesma definição. No Relatório Brundtland (CMMAD, 1988), por exemplo, ele é definido basicamente como “aquele que satisfaz as necessidades atuais sem sacrificar a habilidade do futuro em satisfazer as suas”.

No setor agropecuário, o qualificativo *sustentável* passou a atrair a atenção de um número crescente de profissionais, pesquisadores e produtores. Da mesma forma que no conceito de Desenvolvimento Sustentável, surgiram dezenas de definições para explicar o que se entende por uma Agricultura Sustentável. Quase todas procuram expressar a necessidade do estabelecimento de um novo padrão produtivo que não agrida o ambiente e que mantenha as características dos agroecossistemas por longos períodos.⁴⁰

Na *Declaração De Den Bosh* (FAO, 1991), por exemplo, a “Agricultura Sustentável” é definida como o manejo e conservação da base dos recursos naturais. Além disso, a orientação da mudança tecnológica e institucional visa assegurar a obtenção e a satisfação contínua das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras. Tal desenvolvimento sustentável (na agricultura, na exploração florestal, na pesca) resulta na conservação do solo, da água e dos recursos genéticos animais e vegetais e, além de não degradar o ambiente, demonstra ser tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável.

De acordo com Ehlers (1996), a noção de Agricultura Sustentável permanece cercada não apenas de imprecisões conceituais, mas também de dúvidas e contradições. Ela permite abrigar desde aqueles que se contentam com simples ajustes no atual padrão produtivo até aqueles que vêem nessa noção um objetivo de longo prazo que possibilite mudanças estruturais, não apenas na produção agrícola, mas em toda a sociedade.

A seguir, analisaremos a mudança de foco nas bases técnico-científicas da agricultura, que está passando por um processo de reorganização buscando dar suporte ao

⁴⁰ Sobre os diferentes conceitos de Agricultura Sustentável, ver Ehlers (1996).

modelo de agricultura sustentável, ou seja, sugerindo novas soluções tecnológicas menos agressivas ao meio ambiente.

2.5.3.2 – As Transformações Nas Bases Técnico-Científicas Da Agricultura

As novas bases científicas e tecnológicas da pesquisa agrícola estão diretamente relacionadas ao conceito de agricultura sustentável. Nesse sentido, o quadro atual da pesquisa agrícola caminha em direção ao desenvolvimento de tecnologias mais amenas do ponto de vista ambiental, como, por exemplo, o controle biológico, o monitoramento de pragas e doenças, o manejo adequado do solo, a avaliação de impacto ambiental, etc.

Entretanto, as tecnologias agrícolas mais amenas do ponto de vista ambiental podem ser utilizadas em diferentes abordagens. Por exemplo, a técnica de controle biológico pode ser usada tanto em monocultura quando em sistemas de agricultura alternativa. A agricultura orgânica, por sua vez, pode ser utilizada em sistemas rotativos e consorciados, ou em grandes monoculturas orgânicas, como no caso do café orgânico. Segundo Bin (2004), as soluções tecnológicas isoladas não são capazes por si só de determinar sistemas sustentáveis, ou seja, o que o determina se a técnica é sustentável ou não é o conjunto de soluções técnicas na qual ela será aplicada. Em outras palavras, a sustentabilidade das práticas agrícolas será definida pela abordagem (princípios) em que ela será utilizada. Entretanto, mesmo que aplicadas de forma isolada, as tecnologias mais amenas do ponto de vista ambiental apresentam uma redução do impacto ambiental.

De uma maneira geral, podemos dividir as tecnologias agrícolas em quatro abordagens, em função da forma como ela for aplicada. A *primeira* é a abordagem Convencional. Nessa abordagem, as tecnologias agrícolas seguiram o padrão agrícola moderno (padrão produtivista), ou seja, um modelo caracterizado essencialmente pelo uso de insumos químicos, sementes melhoradas, mecanização agrícola e cultivo em monocultura. A *segunda* abordagem é a Revolucionária, que consiste numa mudança radical da concepção utilizada no padrão agrícola convencional (padrão produtivista). Nessa abordagem, o desenvolvimento dos sistemas agrícolas deve ter como princípio o equilíbrio ecológico. A *terceira* abordagem compreende as Tecnologias Intermediárias ou Amenas. Como o próprio

nome indica, ela consiste numa abordagem intermediária entre a abordagem convencional e a abordagem revolucionária. Portanto, ela baseia-se na busca de uma agricultura mais equilibrada por meio do desenvolvimento de tecnologias mais amenas do ponto de vista ambiental, como, por exemplo, o controle biológico, o manejo integrado de pragas, o plantio direto, etc.

E por fim, a *quarta* abordagem incorpora as técnicas agrícolas de Alta Tecnologia. Essa abordagem consiste num aprofundamento do padrão convencional. Ela busca, através do emprego da alta tecnologia, uma redução da utilização de insumos, o que possibilitaria uma diminuição de impactos ambientais sem mudar a lógica do sistema, ou seja, continuar a prática da monocultura em larga escala. A principal diferença entre essa abordagem e a anterior – tecnologias intermediárias – é justamente o fato de ela estar baseada em práticas agrícolas com alto grau de tecnologia.

Na seção seguinte, analisaremos com mais profundidade apenas as abordagens: Revolucionária, Intermediária ou Amena e Alta Tecnologia, pois a abordagem Convencional já foi discutida na seção 2.4.1, isto é, no processo histórico de formação do padrão agrícola moderno.

2.5.3.3 – Abordagem Revolucionária

A abordagem revolucionária representa uma solução efetiva para os problemas de desequilíbrio ecológico, em razão de ela atacar as causas e não os efeitos da degradação do ecossistema agrícola que atuam sobre os rendimentos. Conforme discutimos anteriormente, a prática da atividade agrícola pelo homem implica a simplificação do ecossistema original, tornando necessário a freqüente intervenção do homem para manter o ecossistema agrícola estável.

Segundo Romeiro (1998), essa intervenção pode e deve ser feita de acordo com as próprias leis da natureza, de modo a minimizar o aporte de recursos exógenos ao ecossistema. A abordagem revolucionária caminha nessa direção, isto é, procura realizar um manejo inteligente dos recursos biológicos existentes no próprio ecossistema agrícola, sem destruí-lo. Portanto, para realizar o manejo correto desses recursos, é preciso evitar as simplificações

extremas, como no caso da monocultura, pois esta provoca um profundo desequilíbrio, tanto do ponto de vista da cobertura vegetal (infestação de pragas e doenças) quanto da atividade física, química e biológica do solo.

Uma das possibilidades para reduzir essa simplificação extrema do ecossistema agrícola é através de associações de culturas (consórcio) e de rotações de culturas, que podem ser consideradas associações de culturas ao longo do tempo⁴¹. Essas práticas são um meio notável de manutenção da estabilidade do ecossistema agrícola, não somente no que concerne ao controle de parasitas (pragas e doenças) como também no que diz respeito à conservação de uma boa estrutura física do solo. Tudo isso é essencial para o bom desenvolvimento das plantas, pois proporciona a elas boas condições de absorção de água e de nutrientes minerais.

Em suma, essa abordagem implica a recuperação dessa lógica, ou seja, a concepção de tecnologias agrícolas fundamentadas “na utilização e manejo dos recursos naturais”. Para Romeiro (1998), o progresso científico e tecnológico atual oferece, muito mais do que no passado, a possibilidade de fazer a natureza trabalhar em benefício do homem, pois eles podem contribuir para intensificar a concepção de sistemas integrados, na qual as complementariedades e simbioses existentes entre espécies vegetais e animais resultaram em benefícios ao ecossistema agrícola. A idéia é, então, inverter a orientação geral da pesquisa agrônômica no sentido da concepção de sistemas de produção com maior “valor adicionado biológico”.

A seguir, apresentaremos um conjunto de correntes que incorporam os conceitos dessa abordagem: a Agricultura Alternativa. A Agricultura Alternativa é representada por várias vertentes. Dentre as mais importantes, se encontram a agricultura orgânica, a agricultura biodinâmica, a agricultura biológica e a agricultura natural. Todas essas vertentes incorporam a lógica das pesquisas revolucionárias, ou seja, valorizavam o uso da matéria orgânica, a rotação de cultura e o uso de outras práticas culturais favoráveis aos processos biológicos.

⁴¹ A rotação de cultura deve levar em consideração as interações biológicas entre as espécies e não apenas uma sucessão de culturas como acontece hoje em dia, por exemplo, milho-soja-milho.

Agricultura Alternativa

Conforme apresentamos na seção 2.4.1, no início do século XX, o otimismo diante das teorias de Liebig predominava no setor produtivo e na comunidade agrônômica, permitindo uma rápida difusão do uso da adubação química na agricultura (Ehlers, 1994). No entanto, na década de 1920, surgiram, quase que simultaneamente, alguns movimentos contrários à adubação química. Tais movimentos valorizavam o uso da matéria orgânica, a rotação de cultura e de outras práticas culturais favoráveis aos processos biológicos. De acordo com Ehlers (1994)

*“Esses movimentos “rebeldes” podem ser agrupados em quatro grandes vertentes. Na Europa tem-se: a agricultura biodinâmica, iniciada por Rudolf Steiner em 1924; a agricultura orgânica, cujos princípios foram fundamentados entre os anos de 1925 e 1930 pelo pesquisador inglês Sir Albert Howard e disseminados, na década de 40, por Jerome Irving Rodale nos E.U.A.; e a agricultura biológica, inspirada nas idéias do suíço Hans Peter Müller e mais tarde difundida, na França por Claude Aubert. A outra vertente, a agricultura natural, surgiu no Japão a partir de 1935 e baseava-se nas idéias de Mokiti Okada.”*⁴² (p. 232, grifos nossos)

Durante um longo período, esses “movimentos rebeldes” foram bastante ridicularizados e marginalizados, sendo considerados “retrógrados” em razão das grandes produtividades obtidas pela agricultura convencional. No entanto, a partir dos anos de 1960, começaram a surgir os indícios de que a agricultura convencional vinha causando graves problemas ambientais.

A primeira denúncia com grande repercussão sobre o padrão adotado pela agricultura convencional foi feita pela bióloga marinha Rachel Carson, em seu livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), publicado em 1962⁴³. O livro questionava os impactos secundários no ambiente causados por substâncias tóxicas, especialmente os inseticidas. Carson conseguiu sensibilizar a opinião pública americana e mundial sobre os efeitos colaterais dos praguicidas no ambiente, marcando profundamente o movimento ambientalista.

⁴² Existe ainda outros movimentos como: Agricultura Ecológica, Permacultura, Agricultura Regenerativa, Tecnologia Apropriada, entre outras. Sobre esses e outros movimentos, ver: Jesus (1985) e Jesus(1996).

⁴³ Esse livro foi traduzido para o português, com uma pequena edição em 1964 (Editora Melhoramentos), rapidamente esgotada e, inexplicavelmente, nunca reeditado (Paschoal, 1979).

Na década de 1960 e início dos anos de 1970, configurava-se um ambiente contestatório que provocou, em vários países, uma reviravolta em diferentes segmentos da sociedade, chamado de “contracultura” (Ehlers, 1996). Comunidades alternativas se formaram com o objetivo de questionar os benefícios da sociedade industrial (Pereira, 1986). Esse fato, aliado ao impacto dos estudos sobre os riscos causados pelos resíduos de agrotóxicos na água, no solo, e, principalmente, nos alimentos, começou a fortalecer o discurso dos ambientalistas.

De acordo com Ehlers (1996), uma das características que permeavam todos os movimentos impulsionados pela contracultura era uma mudança radical dos hábitos alimentares⁴⁴. Essa mudança foi marcada, principalmente, por uma rejeição do padrão de consumo convencional. A nova dieta procurava se basear em alimentos “saudáveis”, livres de resíduos químicos industriais (agrotóxicos, corantes, conservantes) e cujo processo produtivo não causasse danos ao ambiente. Essas idéias tiveram um forte impacto na opinião pública norte-americana e favoreceram os métodos produtivos “rebeldes”, que, nessa fase, passaram a ser chamados de “alternativos”.⁴⁵

Nesse ambiente contestatório, o Clube de Roma publica em 1972, o livro *Limites do Crescimento*, resultando um intenso debate que acabou originando o conceito de ecodesenvolvimento e fortalecendo o movimento ambientalista.

Simultaneamente à expansão do movimento ambientalista, crescia também o interesse pela agricultura alternativa em vários países. Em 1972, era fundada em Versalhes, na França, a *International Federation on Organic Agriculture Movement* — IFOAM (Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica).

Durante a década de 1970, surge o termo agroecologia. Segundo Assis (2002), a agroecologia é uma ciência formada para se estabelecer uma base teórica para diferentes movimentos de agricultura alternativa. O autor esclarece que, apesar de ser um termo que surgiu vizinho as diferentes correntes da agricultura alternativa, não deve ser entendida como uma prática agrícola.

⁴⁴ A contracultura reforçou vários movimentos, como o feminismo, a consciência sobre a saúde, a luta contra o racismo, o ambientalismo, o movimento hippie e o movimento estudantil.

⁴⁵ Segundo Paschoal (1995), a denominação agricultura alternativa foi inicialmente adotada na Holanda em 1977, no chamado “Relatório Holandês” – documento produzido pelo Ministério da Agricultura e Pesca – que apresentava diversos modelos de agricultura não convencional sob a denominação genérica de agricultura alternativa.

Hecht (2002) define a agroecologia “como uma abordagem agrícola que incorpora cuidados especiais relativos ao ambiente, assim como aos problemas sociais, enfocando não somente a produção, mas também a sustentabilidade ecológica do sistema de produção”. De acordo com Assis (2002), a agroecologia adota como princípios básicos a menor dependência possível de insumos externos e a conservação dos recursos naturais. Para isto, os sistemas agroecológicos procuram maximizar a reciclagem de energia e nutrientes, como forma de minimizar a perda destes recursos durante os processos produtivos.

Nos anos de 1970, houve uma enorme expansão da literatura agrônômica com perspectiva agroecológica. Dentre esses estudos, merecem destaque as pesquisas feitas pelo biólogo francês Francis Chaboussou, que relacionou o estado nutricional das plantas com a intensidade de ataques de parasitas.

“Chaboussou verificou que as principais fontes alimentares dos predadores e parasitas das plantas são substâncias de alta solubilidade presentes nos tecidos vegetais, como, por exemplo, açúcares solúveis, aminoácidos livres e oligoelementos. A aplicação de agrotóxicos provoca nas plantas um estado de desordem metabólica que desregula os mecanismos de proteólise (quebra de proteínas) e proteossíntese (síntese de proteínas) nos tecidos vegetais. Em consequência, sobram nutrientes na seiva das plantas. Como se sabe, nem todas as pragas são eliminadas pelos agrotóxicos. Muitos insetos, ácaros, fungos e bactérias adquirem resistência após sucessivas aplicações e passam a sugar das plantas uma seiva “enriquecida” com substâncias nutritivas que viabiliza a rápida proliferação das pragas e doenças. É esse processo que Chaboussou chamou de trofobiose” (Ehlers, 1996: 62).⁴⁶

Segundo Ehlers (1996), a teoria da trofobiose foi uma das mais relevantes contribuições científicas para os movimentos rebeldes. Outros estudos que apresentaram um avanço significativo nesse período foram: i) a utilização das leguminosas como “adubos verdes”, em razão da capacidade de fixação do nitrogênio atmosférico; ii) o desenvolvimento de técnicas de controle biológico de pragas baseadas em princípios ecológicos⁴⁷ e iii) o manejo integrado de pragas (MIP), que surgiu em resposta às preocupações ambientais causadas pelos agrotóxicos.

⁴⁶ Em 1980, Chaboussou publicava **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**.

⁴⁷ O manejo ecológico de pragas enfoca principalmente o contraste das estruturas e funções dos sistemas agrícolas mais simplificados, como as monoculturas, com sistemas naturais mais complexos ou sistemas agrícolas mais diversificados (Hecht, 2002).

Os avanços nas pesquisas sobre agricultura alternativa e o grande interesse dos consumidores por produtos agrícolas mais saudáveis fizeram com que, no final da década de 1970, três estados norte-americanos — Oregon, Maine e Califórnia — definissem os critérios para uma das vertentes alternativas mais difundidas: a agricultura orgânica (Ehlers, 1996). Os critérios foram definidos com o intuito de regulamentar a rotulagem dos alimentos orgânicos. Em 1984, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) reconhecia a importância da agricultura orgânica, definindo os critérios para todo país.

No final da década de 1970 e início dos anos de 1980, ampliaram-se as pesquisas em ecossistemas tropicais, direcionando as atenções tanto para os impactos ecológicos provocados pela expansão dos sistemas monoculturais em áreas caracterizadas por extraordinária complexidade e biodiversidade quanto para as dinâmicas ecológicas dos sistemas agrícolas tradicionais (Hecht, 2002).

A partir dos anos de 1980, os componentes sociais vão se tornando cada vez mais freqüentes na literatura agronômica. Tais componentes são resultado dos estudos de desenvolvimento rural e das críticas às estruturas de desenvolvimento agrícola dos EUA (Hecht, 2002).

Nesse período, a agroecologia passa a diagnosticar e propor alternativas de manejo que reduzam a utilização de insumos externos nos agroecossistemas. Além disso, a agroecologia teve uma rápida divulgação nos EUA, particularmente na Califórnia, e na América Latina (Ehlers, 1996).

No setor não-governamental, o termo agroecologia passou a ser empregado em alguns círculos, nos EUA e na América Latina, para designar uma prática agrícola propriamente dita. No entanto, conforme comentamos anteriormente, a agroecologia é uma disciplina científica que, além dos aspectos tecnológicos, aborda com mais profundidade os componentes ecológicos e sociais dos agroecossistemas. Portanto, a agricultura orgânica não deve ser confundida com agroecologia. Apesar de serem termos muito próximos, eles possuem diferenças importantes que não permitem uma associação incondicional entre os dois conceitos.⁴⁸

No final da década de 1980, o sistema oficial de pesquisa norte-americano já estava mais receptivo aos métodos alternativos de produção. Em 1989, o National Research Council

⁴⁸ A diferença entre agricultura orgânica e agroecologia encontra-se bem detalhada em Assis (2002).

— NRC (Conselho Nacional de Pesquisa), após um estudo detalhado sobre a agricultura alternativa, afirmou que os sistemas alternativos apresentam grande potencial naquele país, apontando-os como a saída para milhares de agricultores em função de reduzirem os custos de produção e serem tão rentáveis quanto os sistemas convencionais (Assis et al., 1996; Ehlers, 1996).

A partir dos anos de 1990, emergem os processos de certificação ambiental dos produtos agrícolas, como os "selos verdes" (ver seção 2.5.1). No caso da certificação de produtos orgânicos, essa visa conquistar maior credibilidade dos consumidores e conferir maior transparência às práticas e aos princípios utilizados na produção orgânica.⁴⁹

Nos últimos anos, a agricultura orgânica vem crescendo em todo o mundo. Segundo Jesus & Assis (2003), esse crescimento foi impulsionado pela conscientização em geral dos consumidores, pela maior organização dos produtores e consultores, pelo sistema de credenciamento e certificação, assim como pela legislação em vigor. Além desses fatores, os autores destacam a ocorrência de fenômenos como o da “Vaca Louca” e da Febre Aftosa na Europa e o debate sobre os alimentos transgênicos, que têm propiciado uma maior visibilidade aos produtos orgânicos.

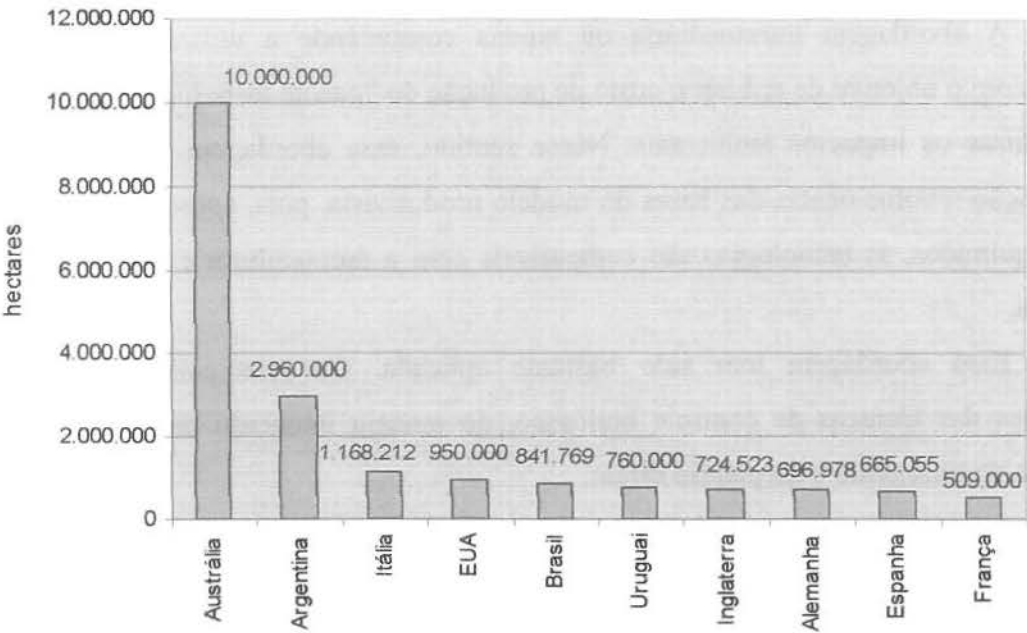
Segundo Willer & Yussefi (2004), atualmente, em âmbito mundial, são manejados organicamente em torno de 24,1 milhões de hectares. A Oceania é o continente que apresenta a maior área com produtos orgânicos com 10,1 milhões de hectares. Em seguida, vem a América Latina, com 5,8 milhões de hectares, e a Europa, com 5,6 milhões de hectares (Tabela II-01). Em relação aos países, destacam-se: a Austrália (10 milhões de hectares), a Argentina (2,96 milhões de hectares), a Itália (1,17 milhões de hectares), os EUA (950 mil hectares) e o Brasil (841,8 mil hectares). A Figura II-01 apresenta os principais países em termos de área com agricultura orgânica.

⁴⁹ As principais instituições certificadoras de produtos orgânicos no Brasil e as suas principais características podem ser encontradas em Campanhola & Valarini (2001).

Tabela II-01 – Evolução mundial das áreas com agricultura orgânica, segundo os diferentes continentes, em milhões de hectares

	2001	2002	2003	2004
América do Norte	1,1	1,3	1,5	1,4
América Latina	3,2	3,7	4,7	5,8
Europa	3,7	3,8	5,2	5,6
África	0,02	0,6	0,2	0,3
Ásia	0,05	0,9	0,6	0,9
Oceania	7,6	7,7	10,6	10,1
Total	15,67	18,0	22,8	24,1

Fonte: Adaptado de Willer & Yussefi (2001, 2002, 2003, 2004)



Fonte: Willer & Yussefi (2004)

Figura II – 01 – Principais países em termos de área com agricultura orgânica, em hectares em 2004

No Brasil, a agricultura orgânica também vem crescendo bastante nos últimos anos. Em 1999, a área com produtos orgânicos era estimada em 100 mil hectares. Atualmente (2004), estima-se uma área de 841,69 mil hectares (Willer & Yussefi, 2001 e 2004).

No que se refere aos aspectos econômicos, estima-se que a produção orgânica mundial movimentava atualmente 24 bilhões de dólares. No Brasil, calcula-se que haja um movimento entre 90 a 150 milhões de dólares (Ag. Estado, 2004), sendo que a produção de hortaliças envolve o maior número de pessoas; o açúcar, o café e a soja, por sua vez, geram a maior fatia das receitas.

Apesar do avanço de algumas correntes – como a agricultura orgânica, que hoje se apresenta como uma opção viável economicamente –, o quadro atual da agricultura alternativa mostra que suas vertentes continuam ocupando um espaço marginal dentro do cenário agropecuário mundial.

2.5.3.4 – Abordagem Intermediária ou Amena

A abordagem intermediária ou amena compreende a utilização de tecnologias amenas com o objetivo de reduzir o custo de produção do “pacote tecnológico convencional” e de amenizar os impactos ambientais. Nesse sentido, essa abordagem não representa uma reorientação revolucionária das bases do modelo produtivista, pois, apesar da redução do uso de agroquímicos, as tecnologias são compatíveis com a monocultura e com a mecanização intensiva.

Essa abordagem tem sido bastante aplicada. Os principais exemplos são as utilizações das técnicas de controle biológico, do manejo integrado de pragas, da fixação biológica de nitrogênio e do plantio direto.

As técnicas de controle biológico consistem no emprego de um organismo – predador, parasita ou patógeno – para atacar outros organismos que estejam causando danos econômicos às culturas. A utilização de inimigos naturais para o controle de populações de pragas propiciou o surgimento do manejo integrado de pragas. Esse método visa a integração de diversos métodos de controle de pragas, como amostragem da praga e de seus inimigos naturais antes de efetuar o controle químico, o uso de agrotóxicos seletivos e/ou de baixa toxicidade aos inimigos naturais, utilização de ferormônios, etc. Convém ressaltar novamente que essas tecnologias podem ser utilizadas em outras abordagens.

A fixação biológica de nitrogênio consiste na utilização de plantas capazes de entrar em simbiose com microorganismos e fixar nitrogênio. Além de ser o elemento mais caro, ele é o nutriente requerido em maior quantidade pela planta.

O plantio direto é um dos principais exemplos dessa abordagem. Trata-se de um método que maneja inteligentemente as próprias forças da natureza, direcionando-as de modo a obterem-se os resultados desejados. A matéria orgânica dos restos de cultura é deixada na superfície do solo. Desse modo, a matéria orgânica vai propiciar as condições necessárias para que a micro e mesofauna presente no solo passe a atuar, produzindo como resultado um solo estruturado, pronto para ser semeado. Trata-se, portanto, de uma substituição de procedimentos mecânicos – que seriam utilizados para preparar o solo – por processos biológicos naturais (Romeiro, 1998).

Em síntese, esta abordagem utiliza-se de tecnologias mais ecológicas com o objetivo de reduzir o custo de produção do “pacote tecnológico convencional” e diminuir os impactos ambientais. Ao que tudo indica, o caminho a ser percorrido pela pesquisa agrícola vai nessa direção.

2.5.3.5 – Abordagem de Alta Tecnologia

Na contramão dos conceitos que fazem parte da abordagem revolucionária, encontramos o movimento pelas técnicas agrícolas de alta tecnologia, que buscam, através do emprego de tecnologias de posicionamento geográfico, da microeletrônica e da biotecnologia moderna, uma racionalização da utilização de insumos, ou seja, uma redução do desperdício. Dessa forma, essas técnicas viabilizam a prática da monocultura ao mesmo tempo em que se atende às exigências atuais, que envolvem a preservação ambiental e a redução dos custos de produção (Borges Filho, 2003).

Os defensores desse padrão tecnológico predominante acreditam que as práticas agrícolas atuais representam a maneira mais eficaz de produzir alimentos e fibras vegetais. Portanto, a lógica desse grupo é não mudar a base do sistema, ou seja, continuar praticando a monocultura em grande escala. Entre as tecnologias mais adotadas nessa abordagem, podemos

destacar a agricultura de precisão e os organismos geneticamente modificados (OGMs), que foram desenvolvidos nessa primeira onda.⁵⁰

A partir de agora, aprofundaremos um pouco mais a discussão sobre a agricultura de precisão e os organismos geneticamente modificados.

Agricultura de Precisão

A agricultura de precisão é uma técnica de gerenciamento sistêmico, aprimorada a partir do sistema de produção através do uso de uma série de tecnologias baseadas no posicionamento geográfico⁵¹ (Jorge e Torre-Neto, 2002). A essência da agricultura de precisão é a contínua obtenção de informações espacialmente detalhadas da cultura, seguida da utilização adequada dessas informações para otimizar o manejo. Em outras palavras, a agricultura de precisão consiste em aplicar, no local correto e no momento adequado, as quantidades de insumos necessários à produção agrícola, para áreas cada vez menores e mais homogêneas (Manzatto et al., 1999).

Segundo Mantovani (2000), o foco da agricultura de precisão está na aplicação do conceito de “manejo sítio-específico”, que tem como principal objetivo a identificação de variabilidade espacial e temporal em campos de produção e o desenvolvimento de práticas de manejo que permitam melhor gerenciamento dos processos de produção à luz da variabilidade detectada. Assim, os sistemas de manejos tradicionais – que apresentam uma ineficiência no tratamento da variabilidade dos fatores que afetam a produção (tais como fertilidade, umidade, controle fitossanitário, etc.), por utilizarem a média de extensas áreas de produção – podem ser substituídos por sistemas de manejo que utilizem a variabilidade sítio-específico, podendo, dessa forma, tornarem-se mais econômicos e menos agressivos ao ambiente.

⁵⁰ De acordo com Peres (2001), a transgenia está apenas no início. O autor classifica a revolução biotecnológica em quatro ondas. O critério de classificação se refere aos processos e produtos que poderão ser disponibilizados para a sociedade. *Na primeira onda* dos transgênicos, foram introduzidas plantas tolerantes a herbicidas e a ataques de insetos. A expectativa é que, em breve, a pesquisa disponibilizará para a agricultura plantas com outras características, como por exemplo, maior tolerância a fungos, bactérias, vírus, à seca e a outros estresses abióticos. *Na segunda onda*, cujas pesquisas já estão bastante adiantadas, estarão sendo recomendadas plantas transgênicas com melhor qualidade nutricional. *Na terceira e quarta ondas*, os produtos e processos contemplarão mais significativamente os produtos farmacêuticos, nutracêuticos e químicos específicos.

⁵¹ Nos países de tecnologia agrícola avançada, a Agricultura de Precisão é denominada de *Precision Agriculture*, *Precision Farming* e *Site-Specific Crop Management*.

Os conceitos de agricultura de precisão não são novos. Eles foram introduzidos com as primeiras iniciativas para o gerenciamento localizado de culturas, em 1929. Os pesquisadores C. M. Linsley e F. C. Bauer, da Estação Experimental Agrícola da Universidade de Illinois, EUA, comprovaram a existência da variabilidade espacial da acidez do solo e obtiveram reduções significativas nos custos da produção de grãos sem o comprometimento da produtividade, realizando a aplicação diferenciada de calcário em uma área experimental (Elias & Camargo, 2000; Balastreire, 2001).

Na época, alguns agricultores, realizando a aplicação manual de calcário em pequenas áreas, obtiveram reduções de até 40% nos custos com a aplicação diferenciada do insumo. Com o advento da mecanização, a qual possuía na época um baixo nível tecnológico e com o cultivo em áreas cada vez maiores, as técnicas de gerenciamento localizado foram abandonadas (Elias & Camargo, 2000).

Assim, durante décadas, a possibilidade de tratar sistematicamente as variações de solo, teor de nutrientes, teor de matéria orgânica, pH, umidade, profundidade de camadas compactadas, entre outros parâmetros, foi desconsiderada devido à inexistência de condições técnicas e operacionais adequadas. Dessa forma, as práticas agrícolas convencionais foram baseadas em um tratamento homogêneo do campo, ignorando tais variações.

No manejo convencional, as informações sobre o solo, doenças, pragas, plantas daninhas, etc, são obtidas através da interpretação do valor médio das poucas amostras realizadas. Assim, a aplicação de insumos é feita pela média, independentemente da maior ou menor necessidade de cada ponto da aplicação.

Na última década, com o desenvolvimento tecnológico, a necessidade de redução de gastos com insumos e a crescente demanda por reduções no impacto ambiental da agricultura motivaram a retomada das estratégias de gerenciamento localizado.

As pesquisas iniciais para o desenvolvimento da agricultura de precisão iniciaram-se por volta de 1980. Nos primeiros dez anos, as pesquisas concentravam-se na área de desenvolvimento de sensores. Com o final da implantação do Sistema de Posicionamento Global (GPS), ocorrida em 1993, houve um enorme aumento no número de pesquisas voltadas para a agricultura de precisão. Hoje, praticamente todas as indústrias de máquinas agrícolas e os grandes centros de pesquisas em agricultura estão trabalhando no desenvolvimento de técnicas para agricultura de precisão.

Para Balastreire (2001), com o aparecimento dos sistemas de informações geográficas e do rastreamento via satélite, o conceito de gerenciamento localizado de culturas pode ser estendido para o monitoramento de outras operações que não são necessariamente aquelas de aplicações localizadas de insumos, como, por exemplo, o levantamento de mapas de fertilidade de solos, o monitoramento de operações de colheita, ou de outras operações mecanizadas. Hoje, segundo o autor, pode-se definir a agricultura de precisão como um conjunto de técnicas que permite o gerenciamento localizado das culturas.⁵²

Os principais benefícios econômicos que poderão advir da utilização da agricultura de precisão são devidos principalmente à economia de insumos com a aplicação localizada em taxa variável, de acordo com a necessidade de cada ponto. Assim, são reduzidos os custos por unidade produzida.⁵³

No entanto, ao que tudo indica, os objetivos da agricultura de precisão – maior rentabilidade e redução dos impactos ambientais – ainda vão levar um tempo para serem alcançados. Em termos econômicos, além do alto custo de implantação do sistema, a rentabilidade econômica ainda não foi confirmada com segurança pelas pesquisas. Espera-se que, com o avanço da tecnologia e a ampliação do mercado, a rentabilidade aumente e os custos de implantação possam diminuir no futuro.

Em termos ambientais, as vantagens também não foram confirmadas para todas as etapas da agricultura de precisão. Isto se deve principalmente ao fato de que a tecnologia de precisão ainda não se encontra totalmente completa: os sistemas de aplicação em taxas variável, por exemplo, não se encontram totalmente calibrados, ocorrendo falhas na aplicação do produto.

No entanto, mesmo que esses e outros problemas técnicos fossem superados, a redução do impacto ambiental não estaria garantida, porque a aplicação de insumos pode ser afetada, entre outras variáveis, pelas condições do solo, cultura e variações climáticas ao longo

⁵² Essa nova tecnologia só se tornou viável devido aos avanços ocorridos em outras áreas da ciência que permitiram automatizar o processo de coleta de informações e de interferência. Destacam-se, dentre estas novas áreas, as seguintes tecnologias: o sistema de posicionamento global (GPS), o sistema de informações geográficas (SIG) e o sensoriamento remoto (SR).

⁵³ No que se refere à evolução da utilização da agricultura de precisão, Lowenberg-DeBoer (2000) informa que a baixa rentabilidade da agricultura de precisão fez com que não ocorresse sua adoção rápida, sendo, por isso, lentamente adotada nos EUA e Canadá. Searcy (2000) esclarece que muitos agricultores nos EUA estão céticos quanto ao retorno do investimento na agricultura de precisão. Segundo os agricultores, os lucros não excederiam o custo de investimento nos equipamentos exigidos pela nova técnica.

do ano, em determinado local. Por exemplo, se em um ano seco pode ser possível o controle de pragas e doenças por meio de pulverização somente nas áreas em que se sabe estão infestadas ou contaminadas, em anos úmidos, por outro lado, pode ser preferível adotar a estratégia de pulverizar uniformemente toda a área.

Dessa forma, a agricultura de precisão não consegue nem controlar todas as variáveis ambientais de forma a manter as condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas nem solucionar todos os impactos provocados pelas atividades agrícolas no meio ambiente.

Organismos Geneticamente Modificados (OGMs)

Atualmente, de todas as novas tecnologias empregadas na produção agrícola, nenhuma tem despertado tanto interesse e causado tanta discussão como os organismos geneticamente modificados (OGMs), mais conhecidos como transgênicos. Isso se deve principalmente ao fato de não existir um consenso entre a comunidade científica quanto aos potenciais riscos ao meio ambiente e à saúde humana e animal provocados pelas plantas transgênicas. Além disso, existem diversos interesses econômicos, muita desinformação e várias questões ideológicas em torno do tema, o que acaba gerando uma série de controvérsias entre defensores e críticos dos OGMs.

A maior parte dos argumentos contrários aos OGMs diz respeito à carência de informações. Nesse sentido, alega-se que a transgenia é muito recente e ainda não foi possível fazer estudos que mostrem, com rigor, que esses produtos não causam problemas à saúde humana e ao meio ambiente a longo prazo. Os defensores dos OGMs, por sua vez, argumentam que a tecnologia é segura, e somente através da transgenia será possível haver um aumento da produção de alimentos, com redução de custos e melhor controle ambiental, sobretudo devido à redução ou eliminação do uso de agrotóxicos.

Nesse estudo não entraremos na discussão acima, em virtude do alto grau de complexidade e controvérsia em relação ao tema, que acabaria nos afastando do foco central do trabalho. O interesse dos transgênicos na nossa discussão diz respeito à forma como a tecnologia vem sendo conduzida.

Atualmente, os organismos transgênicos estão sendo desenvolvidos, em grande parte, para responder ao esgotamento das trajetórias tecnológicas das indústrias de defensivos

agrícolas e para enfrentar os problemas ambientais causados pela trajetória de quimificação da agricultura. Nesse sentido, os transgênicos podem ser considerados como uma nova opção tecnológica que permite no processo de melhoramento selecionar as características desejáveis dos organismos mais rapidamente.⁵⁴ Além disso, essa técnica permite aumentar o escopo dos insumos, rompendo as barreiras representadas pelas características intrínsecas da natureza, seja na obtenção de variedades mais adaptadas às diferentes condições ambientais ou na resistência a pragas e doenças (Fonseca et al, 2004).

Dessa forma, a biotecnologia moderna está abrindo novas opções de tecnologias que poderão permitir contornar, a custos mais baixos do que os dos métodos convencionais, os problemas provocados pelos sistemas de cultura excessivamente simplificados. Por exemplo, a poluição provocada pelo uso intensivo de fertilizantes nitrogenados em monoculturas pode ser reduzida ou mesmo eliminada pela fixação de nitrogênio atmosférico por microorganismos. Por meio de técnicas de transgenia, podem ser criadas tanto bactérias fixadoras de nitrogênio como variedades de plantas capazes de entrar em simbiose, tal como ocorre naturalmente com as espécies de leguminosas. Desse modo, torna-se possível fazer com que as monoculturas de cereais dispensem ou reduzam o aporte de fertilizantes nitrogenados, sem necessidade da prática da rotação de culturas (Romeiro, 1998).

Da mesma maneira, é possível reduzir a contaminação química dos alimentos e dos solos substituindo os pesticidas químicos por plantas resistentes a praga e doenças – como já vem acontecendo – e também por microorganismos predadores de parasitas das culturas, produzidos pelas manipulações genéticas em laboratórios.

A plantação de transgênicos em grande escala para fins comerciais iniciou-se em 1996. Desde então, a área plantada em todo o mundo vem crescendo sistematicamente, como mostra a Figura – II-02. Em 1996, o plantio de transgênicos no mundo atingia 1,7 milhão de hectares. Em 2004, segundo o *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications* (ISAAA), a área global estimada de plantações de OGM foi de 81 milhões de hectares, ou seja, um aumento de 48 vezes. Atualmente, essa tecnologia é adotada por cerca de 8,25 milhões de agricultores distribuídos em 17 países, incluindo o Brasil (James, 2005).

⁵⁴ De acordo com Fonseca et al (2004), o uso de marcadores genéticos e de técnicas de ampliação molecular aceleram o processo de melhoramento de 7 a 8 anos para 3 a 4 anos.

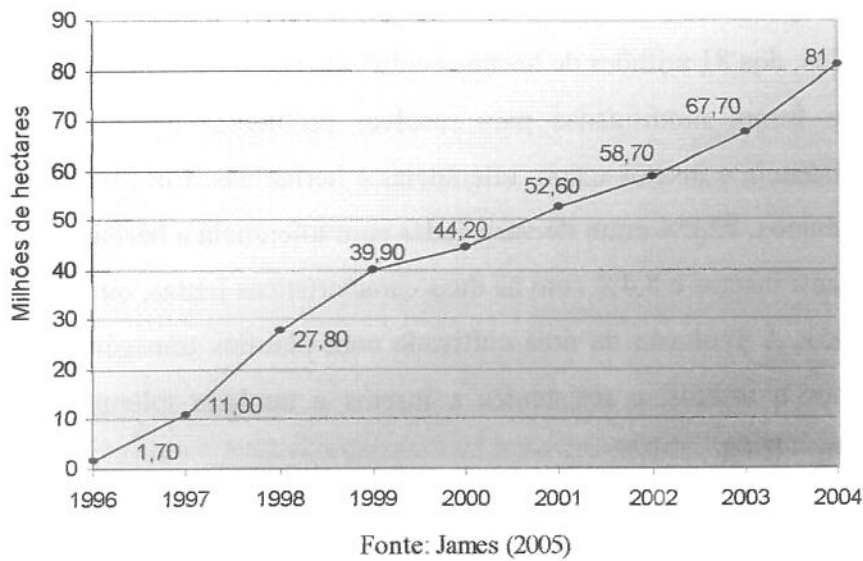


Figura II-02 – Evolução da área com produtos transgênicos, em milhões de hectares

Entre as culturas transgênicas, soja, milho, algodão e canola são as que ocupam as maiores áreas plantadas mundialmente (Figura II-03). Em 2004, 56% dos 86 milhões de hectares de soja plantada no mundo já eram de variedades transgênicas. Com a cultura do algodão, 28% dos 32 milhões de hectares foram transgênicos. Já a canola e o milho foram, respectivamente, 19% de 23 milhões de hectares e 14% de 143 milhões de hectares (James, 2005).

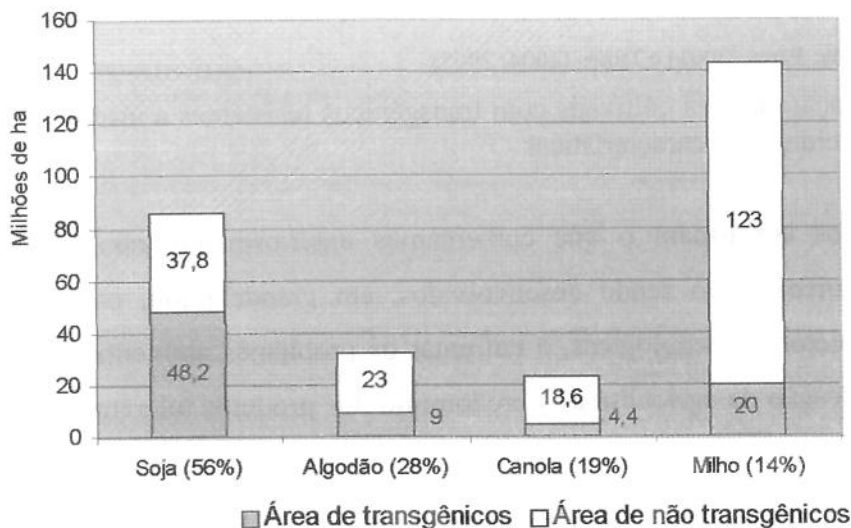
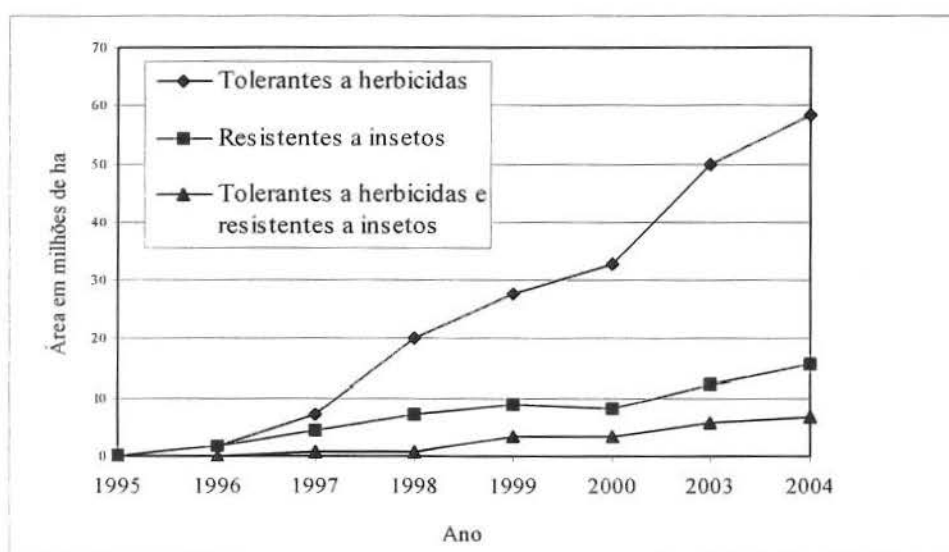


Figura II-03 – Cultivos de transgênicos em comparação com o cultivo tradicional, em 2004

Apesar da potencialidade da biotecnologia e dos diversos tipos de OGMs pesquisados e testados, dos 81 milhões de hectares cultivados com estes produtos, quase 100% são variedades que foram modificadas para resolver problemas agrônômicos, como as variedades com resistência a insetos e com tolerâncias a herbicidas. Em 2004, da área global com cultivos transgênicos, 72,2% eram de variedades com tolerância a herbicidas, 19,4% com variedades resistentes a insetos e 8,4% com as duas características juntas, ou seja, herbicidas e insetos (James, 2005). A evolução da área cultivada com plantios transgênicos tolerantes a herbicidas, resistentes a insetos, e resistentes a insetos e também tolerantes a herbicidas encontra-se na Figura – II-04.



Fonte: Peres (2001) e James (2004; 2005)

Figura II-04 – Evolução da área cultivada com transgênicos resistentes a insetos e tolerantes a herbicidas: por características

Esses dados confirmam o que comentamos anteriormente, ou seja, de que os organismos transgênicos estão sendo desenvolvidos, em grande parte, para responder ao esgotamento das trajetórias tecnológicas, e enfrentar os problemas ambientais causados pela trajetória de quimificação da agricultura. O predomínio dos produtos tolerantes a herbicidas e resistentes a insetos mostram justamente isso. Dessa forma, podemos dizer que, da forma como vem sendo utilizada, a transgenia está aprofundando as técnicas utilizadas no atual regime tecnológico na agricultura. Em outras palavras, a biotecnologia moderna continua

preferindo adaptar a natureza às necessidades do homem ao invés de ajustar as técnicas agrícolas à dinâmica da natureza.

Dessa forma, para uma mudança em direção a uma agricultura sustentável, torna-se necessário um redirecionamento no enfoque das pesquisas. Ao invés de concentrar as pesquisas no desenvolvimento de plantas resistentes a herbicidas e insetos, deveriam ser desenvolvidas mais pesquisas visando resistência à salinidade, à acidez do solo, ao stress hídrico, etc.

De uma maneira geral, utilizar a engenharia genética para o controle de pragas, doenças, plantas daninhas, etc, não é uma boa solução, pois esses problemas provêm quase sempre de desequilíbrios nos agroecossistemas. Portanto, o modo correto de enfrentá-los é por meio de práticas agroecológicas (restabelecendo o equilíbrio dos agroecossistemas com diversificação, rotações de culturas, etc.).

2.6 – Considerações Finais

A abordagem utilizada nesse capítulo fornece a concepção de que existe uma co-evolução das trajetórias organizacionais e tecnológicas, ou seja, as trajetórias tecnológicas atuam como incentivos à mudança nas organizações. As trajetórias organizacionais, por sua vez, contribuem para a alteração dessas trajetórias tecnológicas. Essa compreensão torna-se necessária para interpretarmos a evolução das instituições públicas de pesquisa agrícola em meio às transformações institucionais relacionadas tanto à consolidação do padrão agrícola produtivista quanto ao seu questionamento.

O padrão agrícola moderno – padrão produtivista – consolidou-se e difundiu-se nas décadas de 1960 e 1970 através da Revolução Verde. A partir da década de 1980, esse padrão agrícola passou a apresentar sinais de esgotamento, em função principalmente *i)* da intensificação dos problemas ambientais ocasionados pelas modernas práticas agrícolas; *ii)* do aumento da demanda dos consumidores por produtos com apelo ambiental; *iii)* da diminuição do ritmo de inovações; *iv)* do aumento concomitante dos gastos com P&D; e *v)* dos sinais de esgotamento dos retornos econômicos.

Esse questionamento do padrão produtivista delimita uma parte do contexto institucional para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola. A outra parte deve-se às modificações institucionais gerais que pressionam a reorganização das instituições públicas de pesquisa em geral: *i)* transformações no papel do Estado; *ii)* as mudanças técnico-científicas das últimas décadas; e *iii)* os novos padrões concorrenciais e globalização dos mercados.

Em relação às bases científicas e tecnológicas da pesquisa agrícola – tema importante em nosso estudo –, a crise do padrão produtivista fez com que essas bases técnico-científicas da agricultura passassem a incorporar o conceito de sustentabilidade, isto é, buscassem novas soluções menos agressivas ao meio ambiente como, por exemplo, o controle biológico, o monitoramento de pragas e doenças, o manejo adequado do solo, a avaliação de impacto ambiental, etc.

Entretanto, as tecnologias agrícolas não são capazes, por si só, de determinar sistemas sustentáveis. A sustentabilidade das práticas agrícolas será definida pela abordagem – ou princípios – em que ela será utilizada. De uma maneira geral, essa abordagem pode ser dividida em quatro conjuntos. O primeiro compreende a *Abordagem Convencional*. Nesse conjunto, as práticas agrícolas seguiram o padrão agrícola moderno, caracterizado essencialmente pela prática da monocultura e o uso de insumos químicos, sementes melhoradas, mecanização agrícola e cultivo em monocultura. O segundo conjunto – a *Abordagem Revolucionária* – baseia-se no princípio de que o desenvolvimento dos sistemas agrícolas deve ter como princípio o equilíbrio ecológico. O terceiro conjunto compreende a *Abordagem Intermediária ou Amena*, esse conjunto baseia-se na busca de uma agricultura mais equilibrada por meio do desenvolvimento de tecnologias mais amenas do ponto de vista ambiental. E por fim, o quarto conjunto – a *Abordagem de Alta Tecnologia* – busca, através do emprego da alta tecnologia, uma redução da utilização de insumos, o que possibilitaria uma diminuição de impactos ambientais sem mudar a lógica do sistema, ou seja, continuar a prática da monocultura em larga escala.

O contexto institucional para a reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola juntamente com a compreensão do processo de inovação tecnológica da agricultura nos fornecerá o contexto para interpretarmos o processo de reorganização da Embrapa e a análise das pesquisas conduzidas na instituição, que será realizado nos próximos capítulos.

CAPÍTULO 3

AS MODIFICAÇÕES INSTITUCIONAIS SOFRIDAS PELA EMBRAPA AO LONGO DOS ANOS

3.1 – Introdução

A abordagem apresentada no segundo capítulo apresentou os elementos norteadores para a consideração das instituições de pesquisa como organizações que aprendem e evoluem no tempo. Assim como as tecnologias, as instituições têm história, aprendizado, incertezas e apresentam caráter tácito-específico. Nesse sentido, as instituições apresentam “trajetórias organizacionais”, mais ou menos vinculadas às trajetórias e aos paradigmas tecnológicos (Salles Filho, 1993).

Partindo-se dessa abordagem, o objetivo desse capítulo é apresentar historicamente a trajetória da Embrapa. A instituição foi fundada em 1973, no intuito de dar suporte ao processo de modernização da agricultura brasileira e centralizar a coordenação, financiamento e execução da pesquisa no âmbito federal. O processo de reorganização para a adoção de um novo modelo organizacional na instituição, teve origem em meados dos anos de 1980 e foi baseado na revisão do modelo do instituto frente às modificações do ambiente externo, isto é, alterações no ambiente social, político e institucional do país e as mudanças de paradigmas científicos e tecnológicos.

Inicialmente, apresentaremos o desenvolvimento do sistema de pesquisa agrícola internacional, que influenciou a estrutura organizacional da Embrapa através da criação dos centros nacionais por produto. A reestruturação da pesquisa agropecuária brasileira e os fatores que levaram à criação da Embrapa são analisados na seção seguinte. Nas próximas seções, serão apresentados os seguintes aspectos relativos à Embrapa: *i)* a estrutura organizacional; *ii)* o modelo institucional; *iii)* o sistema de programação e planejamento de pesquisa; *iv)* os ajustes no modelo institucional e *v)* a consolidação e ampliação das reformas institucionais.

3.2 – O Sistema de Pesquisa Agrícola Internacional

Os institutos do sistema internacional de pesquisa agrícola foram desenvolvidos para possibilitar a transferência de tecnologia agrícola da zona temperada para a tropical, bem como entre os países na zona tropical, através do desenvolvimento de pacotes tecnológicos aproveitáveis em outras regiões com características naturais semelhantes. No entanto, como vimos no Capítulo 2, a importação da tecnologia dos países desenvolvidos fez com que os impactos ambientais nos trópicos fossem mais graves do que nas regiões de clima temperado.

Nos anos de 1960, os institutos internacionais emergiram com a difusão do modelo de Schultz, considerado a maneira mais eficiente de organizar a capacidade científica de modo a gerar mudança técnica na agricultura dos países em desenvolvimento.⁵⁵

Nesse mesmo período, os investimentos no desenvolvimento de sistemas nacionais de pesquisa agrícola expandiram-se rapidamente nos países em desenvolvimento. Nesse sentido, vários países latino-americanos criaram os seus Sistemas Nacionais de Pesquisa, tais como o INTA na Argentina em 1957, o INIAP no Equador em 1959, o complexo CONIA-FONIAP na Venezuela entre 1959 e 1961, o INIA do México em 1960, o ICA na Colômbia em 1963, e o INIA no Chile em 1964 (Trigo, 1989 *apud* Salles Filho, 1993). O Brasil não se enquadra nesse processo, pois a centralização das pesquisas só ocorreu em 1973, com a criação da Embrapa, como veremos mais adiante.⁵⁶

O modelo do instituto internacional baseou-se na experiência de duas tradições históricas. Uma delas foi a experiência dos grandes institutos coloniais de pesquisa agrícola, que exerceram um importante papel no aumento da produção de diversos produtos tropicais exportáveis, como a borracha, o açúcar, o chá e o sisal. A outra tradição foi a experiência da

⁵⁵ O modelo de Schultz encontra-se detalhado no Capítulo 1.

⁵⁶ De acordo Salles Filho (1993), não existe uma explicação concreta para o fato do Brasil não ter seguido o modelo centralizador desde o primeiro momento, como fez a maioria dos países latino-americanos. Ainda, segundo o autor, a existência prévia de instituições de pesquisa de tradição – como o Instituto Agrônomo de Campinas, o Instituto Biológico e o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul, além de várias estações experimentais então integradas ao Departamento de Pesquisa e Experimentação Agropecuária – DPEA, –, representavam uma estrutura de pesquisa que já poderia atender ao objetivo de difusão internacional do padrão agrícola moderno. Na próxima seção, discutiremos de forma mais detalhada a reestruturação da pesquisa agropecuária brasileira.

Fundação Rockefeller, no México e das Fundações Ford e Rockefeller, nas Filipinas⁵⁷ (Hayami & Ruttan, 1988).

Durante os anos de 1960 e 1970, a Fundação Ford e a Fundação Rockefeller colaboraram no desenvolvimento de vários institutos internacionais, tais como: o Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz (IRRI), o Centro Internacional para o Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT) e o Centro Internacional para a Agricultura Tropical (CIAT) (Quadro III - 01).

No início da década de 1970, o novo sistema internacional de pesquisa agrícola contribuía de modo significativo para o crescimento da produção agrícola nos países em desenvolvimento. As áreas plantadas com as novas variedades de trigo e arroz – desenvolvidas inicialmente no CIMMYT e IRRI, e posteriormente, adaptadas e difundidas pelos sistemas de pesquisa e extensão agrícolas nacionais –, expandiram-se rapidamente.

Entretanto, foi constatado que somente os centros internacionais de pesquisa eram insuficientes para explorar os ganhos potenciais da transferência internacional de tecnologia agrícola em virtude de a tecnologia agrícola ser altamente específica quanto à localização. Conforme comentamos no primeiro capítulo, o processo de transferência envolve a adaptação de culturas, animais, máquinas e sistemas de cultivo às condições ambientais de países individuais e suas diferentes regiões edafoclimáticas. Esta tarefa, portanto, necessitava de uma rede intensiva de estações experimentais nacionais-loais.

Porém, a maioria dos sistemas de pesquisas nacionais não tinha condições de cooperar com o processo de transferência de conhecimento, nem com as novas tecnologias geradas nos institutos internacionais. Esta preocupação resultou na criação de um Serviço Internacional de Desenvolvimento Agrícola (International Agricultural Development Service - IADS), pela Fundação Rockefeller, em 1977, e de um Serviço Internacional de Pesquisa Agrícola Nacional (International Service for National Agricultural Research - ISNAR), pelo CGIAR (Grupo de Consulta para Pesquisa Agrícola Internacional), em 1979. Ambos os programas tinham como objetivo estabelecer acordos com agências de assistência bilateral/multilateral e com governos nacionais, visando fortalecer os sistemas nacionais de

⁵⁷ O programa de ciências agrícolas da Fundação Rockefeller foi iniciado em 1943, com o estabelecimento da Oficina de Estudos Especiais, em cooperação com o Ministério da Agricultura do México. Programas de pesquisa de campo foram iniciados primeiro com o trigo e o milho. Mais tarde, o programa foi expandido também para as culturas de feijão, batata, sorgo, hortaliças e produção animal (Hayami e Ruttan, 1988: 306).

pesquisa agrícola nos países em desenvolvimento. Tanto os doadores bilaterais quanto os multilaterais ampliaram seu apoio direto aos sistemas de pesquisa agrícola nacional ao longo dos anos de 1970.

Quadro III - 01 – Rede de Institutos Internacionais de Pesquisa Agropecuária

Centro	Programa	Ano Fundação	Escritório Central	Área agroclimática servida
Centro Internacional de Pesquisa de Arroz	arroz, cultura múltipla	1960	Filipinas	subtropical/tropical
Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo	milho, arroz, cevada e triticale	1966	México	temperado/tropical
Instituto Internacional de Agricultura Tropical	milho, arroz, ervilhas-de-vaca, feijões-limas, mandiocas, inhames, batatas doces e sistemas de cultivo.	1968	Nigéria	trópicos de planície
Centro Internacional de Agricultura Tropical	feijões, mandioca, gado de corte, forragens, milho, arroz e suínos.	1969	Colômbia	trópicos/1.000m ao nível do mar
Centro Internacional de Batata	batata	1972	Peru	trópico temperado/ tropical semi-árido
Instituto Internacional de Pesquisa de Culturas para Trópicos Semi-Áridos	sorgo, painços, amendoins, grãos-de-bico, guandus	1972	Índia	trópicos semi-áridos temperados e tropicais
Laboratório Internacional de Pesquisa sobre Doenças Animais		1974	Quênia	principalmente trópicos semi-áridos
Centro Internacional de Produção Animal para África	produção de bovinos	1974	Etiópia	trópicos úmidos e secos
Instituto Internacional de Pesquisa Agrícola em Áreas Secas	trigo, cevada, lentilhas, feijões-favas, sementes oleaginosas, algodão e fazenda de ovino	1976	Líbano, Síria, Iraã	Mediterrâneo
Centro Agropecuário de Investigação, Técnicas e Ensino	agrossilvicultura	1976	Costa Rica (Turrialba)	trópicos
Instituto Internacional para Desenvolvimento da Agricultura	agrossilvicultura		Ibadan (Nigéria)	trópicos
Centro Técnico de Florestas Tropicais	pesquisas florestais	1972	França	África, América Latina

Fonte: Aguiar (1986).

De acordo com Ruttan (1983) *apud* Salles Filho (1993), no início dos anos de 1980 existiam quatro modelos de organização da pesquisa: i) o *modelo integrado*, que congrega pesquisa, extensão e educação/ensino, do qual o maior representante é os Estados Unidos; ii) o *instituto de pesquisa autônomo ou semi-autônomo*, sustentado por fundos públicos ou privados, no qual destaca-se a Grã Bretanha, como pioneira; iii) o modelo do *ministério de agricultura*, importante para a pesquisa em produtos de consumo doméstico em pequenos países; e iv) o modelo de formação de *conselhos nacionais de pesquisa agrícola*, desenvolvido para dar maior coordenação a situações onde co-existiam mais de uma das formas anteriores.

A seguir, analisaremos a reformulação da pesquisa agropecuária brasileira que culminou com a criação da Embrapa, no início dos anos de 1970.

3.3 – A Reestruturação da Pesquisa Agropecuária Brasileira

A pesquisa agropecuária brasileira passou por constantes modificações desde a sua fase inicial. No entanto, as reformulações mais profundas da pesquisa agropecuária ocorreram na década de 1960 e 1970, durante o processo de modernização da agricultura. Brum (1988) conceitua a modernização da agricultura brasileira como um processo de mecanização e tecnificação da lavoura, ou seja, modificação da base técnica de produção, caracterizada pelo uso intensivo de máquinas e insumos modernos, métodos e técnicas de preparo e cultivo do solo, de tratamentos culturais e de processos de colheitas sofisticadas. O Estado apresentou um papel fundamental nesse processo por meio de vários instrumentos de política, tais como: preços mínimos, crédito rural, programa intensivo de assistência técnica e pesquisa.

Antes de detalharmos as reformulações da pesquisa agropecuária brasileira nesse período, faremos uma síntese do seu processo evolutivo, desde a época do império até a fundação da Embrapa no início dos anos de 1970.

3.3.1 – Perspectiva Histórica da Pesquisa Agropecuária

A pesquisa agropecuária no Brasil, anterior a Embrapa, foi definida por Alves (1985)

em três períodos. O primeiro compreende de 1800 a 1908 (período precursor); o segundo envolve o período de 1909-1937 (período de implantação) e o terceiro engloba o período de 1938 a 1972 (período de consolidação).

Período Precursor (1800 a 1908)

Os primeiros esforços para a organização da pesquisa agrícola no Brasil foram realizados ainda no Império. Entre 1859 e 1861, por decreto do Imperador, foram criados vários institutos de agricultura – nas províncias da Bahia, Pernambuco, Sergipe, Fluminense e Sul-riograndese – com o objetivo de incentivar e promover o ensino prático da agricultura. No entanto, por falta de apoio financeiro, estes institutos tiveram vida efêmera e os cursos previstos nem chegaram a funcionar. A exceção foi o Instituto Baiano de Agricultura, que se manteve com os recursos obtidos com um imposto criado pela Assembléia provincial da Bahia, sobre o açúcar e outros gêneros. Por iniciativa deste instituto, foi formada, em 1875, a Imperial Escola Agrícola da Bahia, que entrou em funcionamento no início de 1877.

Em 1883, em Pelotas, foi fundada uma instituição de agricultura e veterinária que deu origem à Escola Superior de Agricultura Eliseu Maciel, e, em 1887, o Governo do Estado de São Paulo, utilizando-se de recursos estaduais, fundou o Instituto Agrônômico de Campinas (IAC).

No início do século XX, o Governo, reconhecendo a capacidade da Sociedade Nacional de Agricultura⁵⁸ de desenvolver trabalhos experimentais, forneceu a ela recursos para o custeio da instalação de uma Fazenda Modelo de Criação no Rio de Janeiro. Em 1902, iniciaram-se os trabalhos experimentais em lavouras. No entanto, as pesquisas não foram bem sucedidas em virtude da escassez de recursos⁵⁹ (Rodrigues, 1987a).

Outros acontecimentos importantes do período foram a inauguração da Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz (Esalq), em São Paulo (1901), e da Escola Superior de Agricultura de Lavras, em Minas Gerais (1908).

⁵⁸ A Sociedade Nacional de Agricultura foi fundada em 1897 sob a égide dos ideais republicanos, e ocupou o espaço deixado pela extinção do Ministério da Agricultura em 1892.

⁵⁹ Mesmo não se destacando na atividade de experimentação durante o curto período em que a pesquisa ficou a seu cargo, a Sociedade Nacional de Agricultura apresentou uma participação marcante nos momentos mais decisivos da agricultura nacional no começo do século. Destacou-se na luta pela recriação do Ministério da

Nesse período, o Brasil foi influenciado pelo modelo germânico, que consiste na institucionalização da pesquisa sob a égide da administração pública, mantendo separados, do ponto de vista administrativo, o ensino das ciências agrárias e da extensão rural.⁶⁰

Período de Implantação (1909 a 1937)

Segundo Alves (1985), esse período caracterizou-se pela fundação das primeiras instituições pertencentes ao Governo Federal, cuja finalidade principal era fazer pesquisa agrícola, e também pela germinação da idéia de uma instituição com jurisdição sobre todo o território nacional, visando executar e coordenar as atividades de pesquisa agrícola.

Os principais eventos desse período são o surgimento das Estações Experimentais, do Instituto de Química, do Instituto Biológico de Defesa Vegetal e dos Serviços Especializados.

As Estações Experimentais constituíram a primeira tentativa do Ministério da Agricultura em desenvolver, de forma mais sistematizada, a pesquisa agropecuária no começo do século. O marco pioneiro dessa nova orientação foi a criação da estação experimental de cana-de-açúcar em Campos-RJ em 1910. Em seguida, vieram: a estação experimental de cana-de-açúcar de Escada-PE, em 1911; as estações sericícolas de Bento Gonçalves-RS, e de Barbacena-MG, em 1912, e a estação experimental de Algodão em Coroatá-MA, em 1913⁶¹ (Rodrigues, 1987a).

O Instituto de Química, por sua vez, foi criado em 1918 com as seguintes atribuições: *i)* fiscalização de adubos, inseticidas e fungicidas; *ii)* estudo de forragens e análises do interesse da agricultura e da pecuária; *iii)* ensino de química, e *iv)* cumprimento das funções do extinto Serviço de Fiscalização da Manteiga, que visava coibir fraudes verificadas na fabricação da manteiga.

Agricultura, na implantação do ensino agrícola, nas grandes campanhas nacionais para a divulgação de novas técnicas, no controle de pragas e doenças e no apoio a iniciativas científicas (Rodrigues, 1987a).

⁶⁰ Houve algumas tentativas de introduzir o modelo americano no Brasil, mas elas não foram bem recebidas. Nesse modelo, institucionaliza-se o ensino, a pesquisa e a assistência técnica, sob o auspício de uma única instituição – a Universidade.

⁶¹ A estação que mais se destacou pela qualidade de sua contribuição à agricultura brasileira foi a estação de Campos. O trabalho de melhoramento da cana-de-açúcar nela desenvolvido resultou em diversas variedades cultivadas em diferentes regiões do país e até mesmo no exterior.

Já o Instituto Biológico de Defesa Agrícola foi fundado em 1920 com a finalidade de realizar investigações científicas e experimentais com vistas ao conhecimento das doenças dos vegetais cultivados ou silvestres e dos meios de controle preventivo e combate a esses insetos e moléstias.

Por fim, os Serviços Especializados foram criados com o objetivo de incrementar e melhorar as lavouras mediante a realização de pesquisa, divulgação de seus resultados, recomendação e aplicação de medidas de defesa sanitária agrícola. Entre os Serviços Especializados criados na década de 1920, destacaram-se os Serviços de Algodão, Sementeiras, Viticultura e Silvicultura.

Nesse período, a maioria das iniciativas de pesquisas fracassou, pois elas não apresentaram uma evolução contínua no âmbito federal, apesar dos esforços realizados pelas instituições de pesquisa. Tal fracasso deve-se, em grande parte, à política agrícola em vigor, na qual a modernização da agricultura não constava dos objetivos principais.

As pesquisas agrícolas realizadas nesse período e no período precursor consistiam somente na seleção de melhores variedades em termos de produtividade e rusticidade e em algumas práticas agrícolas mais simples, em virtude da disponibilidade de terras férteis e abundantes, de mão-de-obra barata e do estágio vigente de conhecimento (Carvalho, 1992).

Período de Consolidação (1938-1972)

Nesse período, cristalizaram-se as idéias de criação de uma única e grande instituição de pesquisa, de âmbito nacional, que seria capaz de fornecer ao Governo Federal condições de executar e coordenar as atividades de pesquisa agropecuária. Essa fase é marcada por mudanças freqüentes em busca de um modelo adaptado às condições brasileiras.

A primeira mudança nesse período foi a criação do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas – CNEPA, em 1938. A criação do centro foi o grande marco do intervencionismo estatal no campo da investigação científica. Com o CNEPA, concretizaram-se a articulação da pesquisa e experimentação agrícola com o ensino agrônômico em seus diferentes níveis de especialização, coordenado por um único organismo (Rodrigues, 1987a).

Na sua primeira fase, o CNEPA era formado pelos seguintes órgãos: Escola Nacional de Agronomia, Instituto de Química Agrícola, Instituto de Ecologia Agrícola e Instituto de

Experimentação Agrícola. Mais tarde, foram incorporados o Instituto de Óleos, o Instituto de Fermentação, a Escola Nacional de Veterinária e Institutos Agronômicos regionais, que passaram a constituir a rede de Experimentação Agrícola.

A experiência do CNEPA foi importante porque procurou aliar ensino e pesquisa sob uma única administração. No entanto, a pesquisa animal não foi integrada ao sistema, pois a coordenação das pesquisas zootécnicas e veterinárias permanecia ligada ao Departamento de Produção Animal do Ministério da Agricultura. Em 1943, o CNPEA foi reorganizado, passando a contar com dois órgãos centrais, a Universidade Rural e o Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas – SNPA.

Cabia à Universidade Rural tanto promover e ministrar o ensino superior de agronomia e veterinária quanto oferecer cursos de especialização para os pesquisadores agropecuários. Ela era formada pela Escola Nacional de Agronomia, Escola Nacional de Veterinária e Cursos de Aperfeiçoamento, Especialização e Extensão.

O SNPA, por sua vez, tinha por finalidade coordenar as pesquisas agronômicas no país, superintender os órgãos de experimentação agrícola, delimitar as regiões naturais do país de acordo com as condições agrogeológicas e climáticas e cooperar com a Universidade Rural na realização dos cursos relacionados com as atividades dos diferentes institutos. O SNPA era composto de quatro unidades centrais (Instituto de Ecologia e Experimentação Agrícola, Instituto de Química Agrícola, Instituto de Óleos e Instituto de Fermentação) e mais uma rede nacional de experimentação agrícola formada pelos institutos regionais e respectivas estações experimentais.

Mesmo com a escassez e irregularidade de recursos para as pesquisas agronômicas, o SNPA conseguiu consolidar o sistema federal de pesquisa através de uma administração centralizada e regionalizada das ações de execução. Apesar dos resultados significativos obtidos pelo SNPA, a evolução da pesquisa agropecuária era lenta e desarmoniosa em função do isolamento das pesquisas zootécnicas e veterinárias, que inexplicavelmente prosseguiram ligadas ao Departamento de Produção Animal ao invés de integrar-se ao SNPA sob uma coordenação central única (Rodrigues, 1987a).

Em 1962, ocorreu uma reformulação do CNPEA por força da Lei 4.024, que fixava as diretrizes e bases da educação nacional, conferindo ao Ministério da Educação e Cultura atribuições plenas no tocante ao ensino. Assim, o CNPEA, que era constituído pela

Universidade Rural, e o SNPA – ambos vinculados ao Ministério da Agricultura –, tiveram que ser reformulados, porque a Universidade Rural passaria obrigatoriamente para o âmbito do Ministério da Educação. Com a reformulação, foi criado o Departamento de Pesquisa e Experimentação Agropecuária – DPEA em substituição ao SNPA.

A grande novidade trazida pelo DPEA foi a reincorporação ao sistema nacional de pesquisas dos órgãos de investigação zootécnicas e veterinária, que até então encontravam-se ligados diretamente ao Departamento Nacional de Produção Animal do Ministério da Agricultura. Assim, as pesquisas agrônômicas, agrostológicas, zootécnicas e veterinárias, ficaram sob uma única coordenação, a do DPEA (Rodrigues, 1987b).

Com a Reforma Administrativa Federal, instituída em 1967, por força do Decreto-Lei nº 200, ocorreram reformas no Ministério da Agricultura. Essas reformas, porém, não resultaram em modificações substanciais no sistema de pesquisa agropecuária do Ministério da Agricultura. O DPEA passou a chamar-se Escritório de Pesquisa e Experimentação – EPE. A exemplo do DPEA, o EPE continuou sendo o órgão central normativo da programação, análise das pesquisas e experimentação agropecuária. No período de vigência do EPE, o órgão central fortaleceu o seu papel de coordenação, programação e avaliação da pesquisa agropecuária no âmbito federal (Rodrigues, 1987b).

Em 1971, ocorreram novas mudanças no Ministério da Agricultura, de modo a ajustá-lo ao Decreto-Lei no 200. Com as reformas, o EPE foi transformando no Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária – DNPEA. De acordo com o regimento, o DNPEA era o órgão central de direção superior de pesquisa agropecuária com finalidade de planejar, programar, coordenar e avaliar atividades de pesquisa, além de transferir tecnologias geradas pelos órgãos executores. Ao DNPEA cabia, portanto, coordenar uma estrutura descentralizada, porém articulada.⁶²

A criação do DNPEA e a implementação de seus programas de pesquisa não foram suficientes, na visão das autoridades, para adequar a pesquisa agropecuária brasileira aos rumos da nova política agrícola, cujo eixo principal era a modernização da base técnica, visando principalmente o aumento da produtividade da terra e do trabalho. Dessa forma, o sistema de pesquisa agropecuária passou por uma importante reestruturação, dando origem a uma nova instituição de pesquisa agropecuária, a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa

⁶² O DNPEA foi extinto em dezembro de 1974, por ato da diretoria da Embrapa.

Agropecuária) em 1973, com o objetivo de atender a crescente demanda decorrente do processo de modernização da agropecuária brasileira.

No próximo item, analisaremos com maior profundidade os principais fatos políticos e econômicos, ocorridos na década de 1960 e início dos anos de 1970, que desencadearam a modernização da agricultura brasileira, e, conseqüentemente, a necessidade de reestruturação da pesquisa agropecuária, que culminou com a criação da Embrapa. Posteriormente, analisaremos o modelo institucional adotado pela nova instituição de pesquisa.

3.3.2 – A Década de 1950 e 1960: O Período Precursor da Embrapa

A política econômica vigente nos anos de 1950 e início de 1960 apresentava como meta fundamental a industrialização do país, tendo como base o modelo de substituição de importações. A concentração de esforços na industrialização – evitando-se ao máximo o desvio de recursos para outras atividades, notadamente para o setor agrícola –, trouxe como conseqüência a retirada de grande parte do apoio dado às instituições voltadas à modernização da agricultura. Uma grave crise abateu-se sobre as instituições de pesquisa, principalmente sobre as instituições estaduais; várias reduziram suas atividades e algumas até foram extintas⁶³. Os estados perderam o interesse nas atividades de pesquisa e procuraram passar para o Governo Federal a responsabilidade do ensino das ciências agrárias⁶⁴ (Alves, 1985).

A política econômica vigente nesse período consistia em uma política de preços baixos para os gêneros alimentícios, que trouxe um grande desestímulo à produção. A oferta dos produtos agrícolas não foi capaz de acompanhar o dinamismo da demanda, devido às taxas explosivas de incremento da população, à crescente urbanização do país e ao aumento da renda *per capita*. Esses fatores acabaram dando origem a crises de abastecimento (Alves & Pastore, 1985).

⁶³ Outros fatores que abalaram as instituições públicas foram a inflexibilidade da política salarial, sob a égide da administração direta; a inflação, que corroía rapidamente os aumentos de salários; a ausência de prioridades e de objetivos definidos; e, finalmente, a inexistência de uma política de recursos humanos (Alves e Pastore, 1985).

⁶⁴ A preocupação em desenvolver pesquisas agrícolas foi característica de apenas alguns estados. Entre os que foram capazes de criar e sustentar suas instituições. Podemos destacar os estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Pernambuco e Minas Gerais, sendo que a rigor somente São Paulo obteve algum sucesso devido ao desenvolvimento de um serviço de pesquisa razoavelmente sofisticado e uma infra-estrutura de assistência técnica, de comercialização e crédito agrícola capazes de dinamizar a agricultura (Alves, 1985).

Em São Paulo, no período de 1951-54, os preços dos gêneros alimentícios apresentaram elevação da ordem de 20% (Alves & Pastore, 1985). O Governo atribuiu o aumento às perdas resultantes da deficiência do sistema de transporte e armazenagem. Na tentativa de contornar essa situação, o Governo investiu recursos nesses sistemas através do Programa de Metas.

No biênio 1958/59, surge uma nova crise de abastecimento. A tentativa do Governo dessa vez foi estimular a produção através da ampliação do crédito agrícola. Contudo, a crise agravou-se nos anos de 1961-63. O abastecimento adequado dos grandes centros urbanos tornou-se, de repente, um objetivo econômico e político. O Governo reconheceu que a inflação e a escassez de alimentos constituíam ingredientes perigosos para as convulsões sociais e para mudanças políticas radicais que eram, obviamente, indesejáveis na época (Pastore & Alves, 1975).

O aumento da produção agrícola passou a ter importância fundamental para atender a demanda interna de alimentos e fibras, permitindo, assim, uma redução da inflação provocada pela elevação dos preços dos produtos agrícolas e um aumento da participação do Brasil nos mercados internacionais destes produtos.

Nesse período, devido à baixa produtividade da agricultura, o setor agrícola brasileiro era apontado, por alguns estudiosos, como um entrave ao desenvolvimento econômico geral. De acordo com Santos (1986), nesse momento vigorava uma grande controvérsia entre estruturalistas e neoclássicos com relação aos motivos da baixa produtividade. Os estruturalistas apontavam a reforma agrária como uma forma de remover o conjunto de ineficiências originadas das estruturas agrárias, e os neoclássicos defendiam que somente por meio das inovações tecnológicas na agricultura seria possível aumentar a produção.

Em meados dos anos de 1960, o pensamento neoclássico, defensor da modernização da agricultura pelo uso de insumos modernos, sem a necessidade de reformas de estrutura, foi o pensamento dominante, levando o Estado a optar por uma política de modernização da agricultura denominada “modernização conservadora”, por não acarretar alterações nas estruturas básicas de poder e propriedades no campo.

Com a modernização da agropecuária, esperava-se uma maior racionalidade e eficiência do seu processo produtivo, através de: *i)* um aumento da oferta de alimentos nas

idades, reduzindo o custo de mão-de-obra urbana; *ii*) uma ampliação do mercado interno de insumos, máquinas e equipamentos, que atenderia a segmentos bastante representativos dos novos interesses na economia; *iii*) maior capacitação da agricultura para produzir matérias-primas de boa qualidade e a baixo custo para o setor industrial processador, situado à jusante do processo produtivo agropecuário; e *iv*) um aumento da produção de grãos exportáveis, visando ao equilíbrio e à expansão do saldo no balanço de pagamentos (Souza e Trigueiro, 1989).

Assim, dentro da política adotada, a primeira medida realizada pelo Governo para aumentar a produção e a produtividade foi a tentativa de difundir, entre os agricultores, o conhecimento tecnológico existente nas instituições de pesquisa. Para isso, deu-se uma grande ênfase aos serviços de extensão rural.

As outras políticas adotadas foram a abertura de uma linha de crédito especial para a aquisição de insumos modernos, uma política de preços mínimos e um conjunto de ações para a expansão e o aperfeiçoamento das instituições de pesquisa e ensino, inclusive a pós-graduação. Dentre elas, a que mais se sobressaiu foi a política de crédito rural.⁶⁵

Nesse período, a pesquisa agrícola foi se adaptando às novas exigências e prioridades das políticas governamentais, voltando-se radicalmente para a utilização maciça dos insumos modernos em seus experimentos com o intuito de aumentar a produtividade da terra e do trabalho e também de atender o interesse das indústrias de fertilizantes, defensivos químicos e de máquinas e implementos agrícolas. Segundo Carvalho (1992), a ênfase nas pesquisas passou a ser a melhoria da qualidade do solo através da sua correção em termos de alcalinidade ou acidez (pH) e também de sua fertilidade pelo uso de fertilizantes químicos.

Com a crescente urbanização do país e com o desenvolvimento dos sistemas industriais e de serviços, a pesquisa agrícola passou a dedicar-se também aos estudos nas áreas de conservação e beneficiamento de produtos agrícolas, e à área de tecnologia de alimentos, estimulando a agroindustrialização de tal forma que o produto agrícola passou a ser cada vez mais uma matéria-prima, um “insumo” para as indústrias agrícolas e alimentícias (Carvalho, 1992).

⁶⁵ O Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) foi criado em 1965 e, segundo Graziano da Silva (1981), foi o carro-chefe da política de modernização conservadora até o final dos anos de 1970. O autor afirma que tal instrumento permitiu reunificar os interesses das classes dominantes em torno da estratégia de modernização

O resultado desse processo – gerado pelas crises de abastecimento nas décadas de 1950 e 1960; pelo mercado internacional favorável; pela internacionalização da economia brasileira e pelo esgotamento do estoque de tecnologia agropecuária, que não conseguia acompanhar a demanda dos produtores agrícolas – foi a necessidade de uma mudança estrutural nos órgãos de pesquisas e das universidades, com o objetivo de aprofundar os estudos agrônômicos, que, por sua vez, deveriam apresentar resultados que, ao serem aplicados no campo, levariam a um aumento da produtividade do trabalho e da terra. Em síntese, era preciso acelerar o processo de modernização da agropecuária nacional.

No final de 1971, o papel da ciência e da tecnologia no aumento da produtividade agrícola tornou-se uma das preocupações centrais do então Ministro da Agricultura Luís Cirne Lima. No início de 1972, ele reuniu todos os secretários de agricultura dos estados e os diretores das estações de experimentação agrícola e anunciou o firme propósito do Governo Federal de modernizar o sistema de pesquisa nacional. Simultaneamente, o Ministro nomeou uma comissão especial para:

“... definir os principais objetivos e funções da pesquisa agropecuária, indicando uma estratégia em consonância com as necessidades do desenvolvimento nacional, de acordo com o previsto no documento Metas e Bases pra a Ação do Governo⁶⁶; identificar as principais limitações ao pleno atingimento desses objetivos; sugerir as providências apropriadas à expansão dessas atividades, especialmente ao que se refere à coordenação, programação e recursos humanos; indicar as fontes e formas de financiamentos necessários à ampliação dessas pesquisas; propor a legislação adequada para assegurar a dinamização desses trabalhos...” (Rodrigues, 1987b:236).

O relatório dessa comissão apresentou duas alternativas para a reformulação institucional da atividade de pesquisa agropecuária de modo a ajustá-la aos objetivos e metas do Plano de Desenvolvimento Econômico e Social do Governo:

“... A primeira seria preservar a estrutura organizacional vigente (do DNPEA), conferindo-lhe através de Decreto Presidencial os elementos operativos que implicassem em maior flexibilidade administrativa e recursos indispensáveis para o seu funcionamento. A segunda seria a criação de uma empresa pública caracterizada como órgão de administração indireta, que

conservadora, e também permitiu ao Estado restabelecer o seu poder regulador macroeconômico por intermédio de uma política monetário-expansionista.

⁶⁶ As Metas e Bases não constituíam propriamente um plano de governo, tratava-se de um documento de caráter transitório, a ser substituído, a seu tempo, pelo I Plano Nacional de Desenvolvimento.

teria mais flexibilidade e eficiência, principalmente no que tange a captação e manejo de recursos humanos e financeiros...” (Rodrigues, 1987b: 238).

Uma empresa pública foi considerada a mais adequada, a exemplo do que já vinha acontecendo com outros setores governamentais que estavam transformando suas autarquias em empresas públicas. Assim, a criação da Embrapa como empresa pública, para coordenar e operar, no âmbito federal, a atividade de pesquisa agropecuária, foi aprovada no Congresso no dia 07 de dezembro de 1972 (Lei nº. 5.851).

3.4 – A Estrutura Organizacional da Embrapa

Um dos traços inovadores da Embrapa foi a institucionalização de um novo modelo de pesquisa agrícola para o setor público. Esse modelo era baseado numa estrutura empresarial dinâmica que se afastava das burocracias da administração direta do Ministério da Agricultura. O DNPEA, ao contrário, enquanto órgão de administração direta, estava preso a uma inexorável e complicada teia de instâncias burocráticas que obstruía o seu poder decisório. Conseqüentemente, sua capacidade gerencial era profundamente limitada, e, sob determinados aspectos, inexistente, pois dependia, em muitos casos, de decisões externas à própria estrutura da instituição (Aguiar, 1986).

A constituição da Embrapa como uma empresa pública se deu justamente para evitar inconvenientes dessa ordem. Dessa forma, uma empresa pública teria ampla autonomia jurídica e administrativa típica da atividade empresarial, o que a capacitaria – sem quaisquer outras exigências legais além daquelas prescritas no direito privado – a celebrar convênios, a programar dispêndios, a captar e a repassar recursos, entre outros tantos atos administrativos. A principal vantagem, porém, envolvia o fato de que a empresa pública seria uma entidade de administração indireta, força e meios para disputar o espaço político necessário ao exercício da função de órgão central de um sistema institucionalizado (Aguiar, 1986).

Portanto, a idéia presente na criação da Embrapa era a de dotar essa instituição de estrutura organizacional com grande autonomia e flexibilidade para dar respostas rápidas e imediatas às necessidades da agropecuária nacional, rumo a um maior desenvolvimento e modernização do processo produtivo no campo.

Quatro aspectos deveriam distingui-la das demais instituições de pesquisa existentes:

i) presença de um quadro de recursos humanos de alta competência e motivação obtidos através de contratação e de um forte programa de formação e treinamento dos recursos humanos, incluindo os cursos de pós-graduação (mestrado e doutorado), no país e no exterior; *ii)* um volume significativamente superior de recursos financeiros disponíveis e uma maior liberdade na alocação desses recursos nas áreas entendidas como prioritárias para o desenvolvimento da agricultura brasileira; *iii)* a constituição de contratos de cooperação e intercâmbio técnico-científico com os organismos de pesquisa internacionais, além de firmar acordos, convênios e consultorias; *iv)* e, finalmente, à própria forma de organização da pesquisa, que deveria ser mais eficiente na produção das modernas técnicas que o país precisava.

De acordo com Romeiro (1998), essa maior eficiência seria obtida a partir de quatro princípios norteadores: *i)* difusão de tecnologia moderna, que envolvia “queimar” etapas através da transferência e adaptação de pacotes tecnológicos produzidos no exterior; *ii)* articulação com o ambiente externo para identificação de demandas, isto é, colaborar de modo mais efetivo com a indústria de insumos e equipamentos agrícolas, bem como com os agricultores na definição de projetos de pesquisa; *iii)* planejamento das atividades, através da maximização do uso de recursos da pesquisa por produto e concentração nos mais importantes; e *iv)* apoio à pesquisa aplicada, deixando sempre que possível o esforço de pesquisa fundamental a cargo de outras instituições (como universidades).

A criação da Embrapa concretizou uma iniciativa do Governo Federal no sentido de centralizar a política tecnológica agropecuária através da definição de uma trajetória nacional única. Nos próximos itens, destacaremos o modelo institucional e o sistema de programação de pesquisa.

3.5 – O Modelo Institucional

Em termos bastante gerais, o modelo institucional de pesquisa da Embrapa – definido pela Deliberação 067, de 1974 – era constituído pelo Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária (SCPA). Nesse modelo, a Embrapa assumiria a pesquisa aplicada, deixando a

pesquisa básica a cargo das universidades. O SCPA abrangia duas linhas básicas de atuação: ação direta e ação coordenadora. A primeira ocorria através da execução direta da pesquisa através dos centros nacionais de produto, dos centros regionais de recursos, dos serviços especiais e das unidades de pesquisa de âmbito estadual (UEPAEs). Por outro lado, a ação coordenadora (programática e normativa) referia-se aos trabalhos de pesquisa que por delegação seriam conduzidos pelas empresas estaduais de pesquisa agropecuária e pela própria Embrapa, ou através de suas unidades de âmbito estadual nos estados em que não apresentassem empresa estadual (Figura III - 01).

Os centros nacionais deveriam dedicar à pesquisa sobre os produtos considerados prioritários para a agropecuária nacional, enquanto os centros regionais de recursos se dedicariam ao levantamento de recursos naturais e sócio-econômicos das áreas de sua abrangência, procurando o aproveitamento desses recursos de forma mais racional. Os serviços especiais, compostos pelo serviço de produção de sementes básicas, e o serviço de levantamento e conservação de solos, apoiavam os trabalhos das outras unidades de pesquisa, bem como outras empresas agropecuárias instaladas no país. Finalmente, as unidades de pesquisa de âmbito estadual (UEPAEs) geravam tecnologias para projetos de interesse local e desempenhavam atividades de cooperação com os centros nacionais, relativamente aos produtos considerados prioritários para o país.

Os centros da Embrapa deveriam então articular com os sistemas estaduais de pesquisa, repassando-lhes os resultados das pesquisas para que fossem devidamente adaptados às condições locais. Além disso, também deveriam oferecer subsídios e apoio técnico tanto para a elaboração quanto para a condução de novos projetos de pesquisa. Dessa forma, os centros de pesquisa deveriam manter estreitas ligações com as unidades de execução de pesquisa dos estados (as UEPAEs ou as empresas estaduais), com as universidades, com a iniciativa privada, e com os organismos oficiais de natureza regional, visando somar esforços e evitar duplicações de trabalho (Souza & Trigueiro, 1989).

A criação dos centros nacionais por produtos representava a tentativa de reproduzir internamente as funções desempenhadas pelos grandes centros internacionais de pesquisa agropecuária, tais como o CIMMYT (Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo) e o IRRI (Instituto Internacional de Pesquisa do Arroz) (Pronapa, 1978; Aguiar, 1986).

É importante ressaltar, contudo, que a criação dos centros nacionais da Embrapa à

imagem e semelhança dos centros internacionais não visava apenas reproduzir no Brasil um desenho organizacional já testado a nível mundial, mas também buscava facilitar as articulações entre ambos, passando os últimos a fornecer material genético, equipamentos e referências técnicas e bibliográficas aos centros nacionais⁶⁷ (Aguilar, 1986). Um exemplo disso foi o distanciamento da Embrapa da pesquisa básica. Segundo Carvalho (1996), esse afastamento da pesquisa básica era compensado pela utilização das tecnologias geradas nos centros internacionais, adaptadas às condições do país pelos centros nacionais por produtos da Embrapa. Posteriormente, essas tecnologias eram viabilizadas, em termos de especificidades locais, pelas unidades de execução de pesquisa dos estados (UEPAEs ou empresas estaduais).

Portanto, muito mais que uma simples cópia de um modelo organizacional, foi configurada uma montagem de uma complexa e eficiente rede de transferência internacional de conhecimentos tecnológicos. Essa rede envolvia centros nacionais e internacionais; no plano externo, os centros internacionais constituem os núcleos irradiadores dos pacotes tecnológicos a nível mundial, e, no plano interno, esse papel cabia aos centros nacionais da Embrapa, que passariam a ser responsáveis pela geração de tecnologias (pacotes tecnológicos) para produtos de interesse nacional, que seriam adaptadas no âmbito local pelas empresas estaduais (Aguilar, 1986).

⁶⁷ Esse programa contínuo de intercâmbio tecnológico entre os centros internacionais e os centros nacionais viria incluir, mais adiante, a troca de informações sobre experimentos, o treinamento de pesquisadores brasileiros e a realização, tanto no Brasil como no exterior, de congressos e simpósios, entre outras formas de cooperação técnico-científica (Aguilar, 1986).

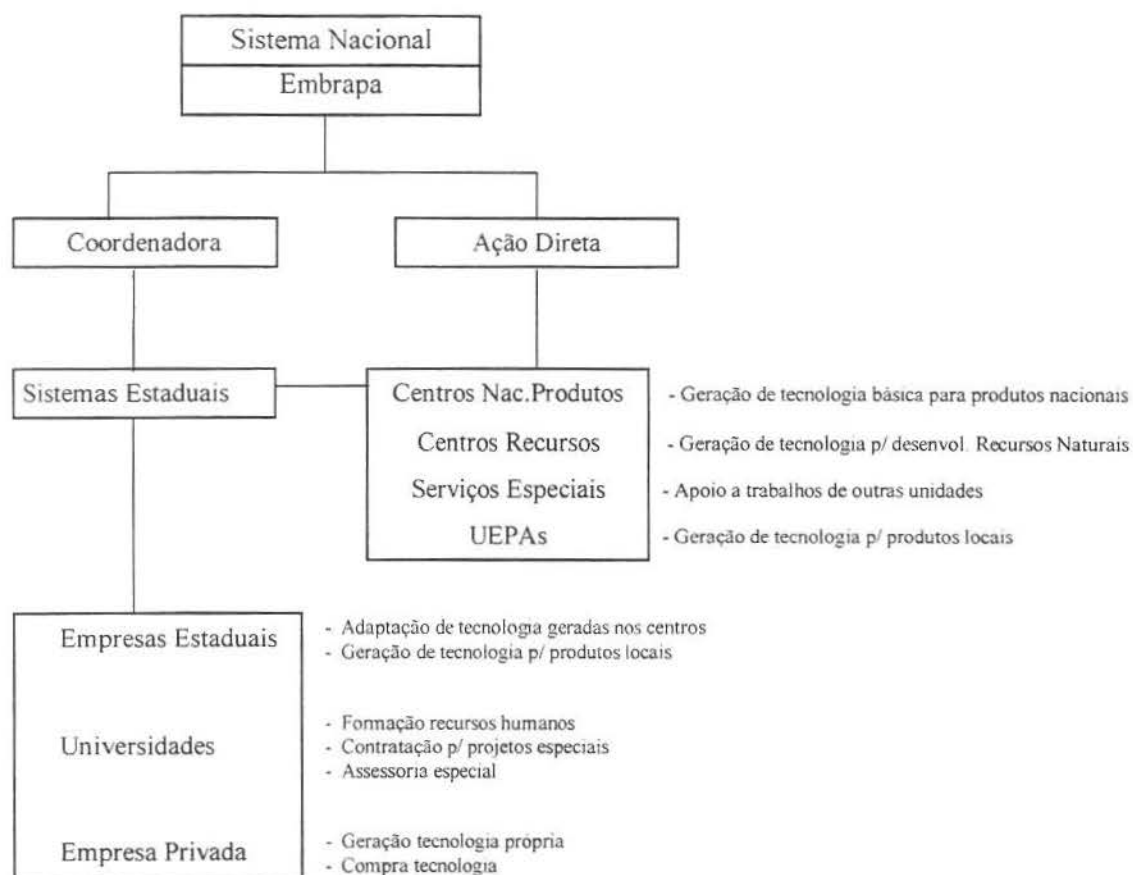


Figura III - 01 – Modelo institucional de execução da pesquisa agropecuária no Brasil, adotado pela Embrapa no período de 1974 a 1991

No modelo institucional, o sistema estadual, através das UEPAs, foi concebido como o responsável pelo desempenho das funções de planejar, estimular, supervisionar, coordenar e executar as atividades de pesquisa e experimentação agropecuária, buscando: *i)* a adaptação de tecnologias geradas nos centros nacionais e de recursos; *ii)* a geração de tecnologia para produtos de interesse local, não previstos na programação dos centros nacionais; e *iii)* a colaboração com as unidades de pesquisa de âmbito nacional – quando as condições ecológicas permitirem, desde que não haja prejuízo da sua principal função de adaptadora de tecnologia (Souza & Trigueiro, 1989).

A articulação dos sistemas estaduais com as universidades e faculdades visava a formação e o treinamento de recursos humanos, a contratação de trabalhos específicos e a assessoria para a resolução de determinados problemas.

As críticas surgidas nesse período em relação à Embrapa e ao Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária (SCPA) recaíram principalmente sobre o modelo institucional adotado pela empresa, que, segundo os críticos, é autoritário e centralizado, uma vez que atribui a si próprio as funções de coordenação, execução e financiamento de pesquisas. Em decorrência disso, os organismos estaduais ficariam em situação de completa dependência, não dispondo de autonomia suficiente para decidir o que pesquisar.

Segundo Carvalho (1996), o SCPA enfraquecia os institutos estaduais que desenvolviam pesquisa básica, perdendo-se, dessa forma, o elo para o estabelecimento de trajetórias que privilegiassem determinadas condições regionais. Dessa forma, o não privilegiamento de possíveis trajetórias de cunho mais regional e a subordinação técnica e orçamentária dos sistemas estaduais de pesquisa agrícola, reduziu ou anulou o poder de iniciativa das empresas estaduais e institutos estaduais.

Para Rossetto (1975):

"...Essa política estabelecida pela Embrapa, de os centros nacionais "gerarem" para os sistemas estaduais "adaptarem", é tecnocrática, é protecionista, é subordinante, prejudica uma coordenação de alto nível, cerceia a criatividade a nível estadual, desestimula os governos estaduais a fazerem investimento em pesquisa, cria uma barreira conceitual para instituições de pesquisas estaduais de renome, já existentes, e centraliza excessivamente a pesquisa..." (Rossetto, 1975:383).

"...Que é "gerar" e "adaptar" tecnologia, no campo da pesquisa agropecuária? Não se pode atribuir a uma instituição de pesquisa a função de "gerar" e a outra função de "adaptar", porque em todos os setores da pesquisa agropecuária há sempre adaptação de técnicas já referidas na literatura, entrelaçada com idéias criativas do próprio cientista que está executando a pesquisa. Não existe portanto um pesquisador que só "gera" e outro que só "adapta", e isso é elementar em pesquisa agropecuária..." (Rossetto, 1975:383).

Além das críticas de Rossetto e Carvalho, outras críticas referentes à adequação do modelo recaem sobre a coordenação da pesquisa centralizada por produto. Segundo as críticas, ela é inadequada, em virtude das dimensões continentais do país e da sua diversidade agroecológica, que requer uma regionalização das pesquisas, como ocorre com os centros de recursos (Rodrigues, 1987).

Aguiar (1986), por sua vez, critica o padrão tecnológico adotado pela Embrapa por privilegiar o consumo de insumos de origem industrial, atrelando, dessa forma, a agricultura aos complexos agroindustriais sob controle internacional que se postam à montante (fabricantes de máquinas, equipamentos, fertilizantes, defensivos e sementes) e à jusante (indústrias processadoras de matérias-primas) do processo produtivo. De acordo com o autor, esse padrão tecnológico, que tende a homogeneizar as técnicas de produção no mundo capitalista, teria sinalizado o processo de subordinação da agricultura brasileira à lógica do capital internacional.

3.6 – O Sistema de Programação e Planejamento de Pesquisa

Na formulação da proposta do novo modelo da pesquisa agropecuária brasileira, partiu-se do princípio de que as instituições de pesquisa deveriam ser orientadas pela demanda atual e potencial do país. A demanda atual seria identificada através da política governamental, das solicitações dos industriais vinculados aos produtos agrícolas, dos serviços de extensão e dos fazendeiros em geral. A demanda potencial, por sua vez, poderia ser visualizada por meio dos projetos governamentais a longo prazo, das tendências em determinados campos científicos, da intuição do pesquisador e da observação das tendências científicas no exterior (Pastore & Alves, 1975).

Com base nessa diferenciação, ficou definido que as instituições de pesquisa do Ministério da Agricultura deveriam se concentrar basicamente na demanda atual. Assim, seriam gerados novos tipos de técnicas possíveis de serem incorporadas rapidamente ao setor de produção, reduzindo os custos e aumentando a qualidade. Já o atendimento da demanda potencial e da parte do *spectrum* mais ligada à pesquisa básica deveria ser contemplada pelos programas usuais das universidades. Nada impedia, porém, que elas também se dedicassem à pesquisa aplicada (Pastore & Alves, 1975).

Em suma, o esquema propunha a orientação das atividades de pesquisa, de modo a orientá-las para as necessidades imediatas e concretas da sociedade brasileira, e a obter das instituições que nela operam o maior nível de eficiência possível, maximizando a eficiência do uso dos recursos destinados à pesquisa.

Em 1974, foi implantada a Primeira Sistemática de Planejamento e programação da pesquisa dentro do modelo institucional de pesquisa da Embrapa. Posteriormente, foram implantadas outras três sistemáticas de planejamento – o Modelo Circular de Programação de Pesquisa, em 1979, o Sistema Embrapa de Planejamento (SEP), em 1992 e o Sistema Embrapa de Gestão (SEG), em 2002 –, com o objetivo de adequá-las às exigências do momento em que foram implantadas.

No próximo item, apresentaremos uma visão geral da Primeira Sistemática de Planejamento, e em seguida da segunda sistemática, ou seja, do Modelo Circular de Programação. As outras duas sistemáticas serão apresentadas nas seções 3.9 e 3.12, ou seja, nos respectivos momentos em que foram introduzidas pela Embrapa durante o seu processo de reorganização.

3.6.1 – A Primeira Sistemática de Planejamento

A primeira sistemática de planejamento de pesquisa adotada na Embrapa foi implantada em 1974 e apoiada no modelo institucional de pesquisa da instituição. O ponto central do sistema de planejamento preconizava o caráter dinâmico e processual do sistema de planejamento. Nesse sentido, ele deveria envolver tanto pesquisadores, técnicos e administradores quanto os usuários dos resultados de pesquisa, “num esforço permanente de revisão-consolidação-revisão” (Souza & Trigueiro, 1989).

Este modelo adotava um enfoque de sistemas de produção⁶⁸, isto é, baseava-se numa orientação que abordava, sempre que possível e de forma integral, o processo produtivo da agricultura. Quanto às suas funções mais específicas, o sistema de planejamento visava definir objetivos e metas, selecionar ações mais adequadas para atingir objetivos e metas pré-estabelecidas, e decidir sobre instrumentos e meios a serem utilizados e propor ajustes, em função de certas condições dinâmicas (Souza & Trigueiro, 1989).

⁶⁸ Nesse período, o conceito de sistema de produção estava associado a idéia ou concepção dos pacotes tecnológicos por cultura. Ao longo do tempo, o conceito evoluiu inspirado no enfoque de *Farming Systems*, para os chamados Sistemas Integrados de Produção (SIP), em que a propriedade passou a ser analisada de forma integrada, levando em consideração o grau de diversidade e interações entre os diversos componentes da unidade produtiva.

Segundo Souza & Trigueiro (1989), o primeiro sistema de planejamento da pesquisa da Embrapa subdividia-se em três grandes categorias, que englobam: *i)* os níveis; *ii)* as figuras; e *iii)* as etapas programáticas (Figura III - 02).

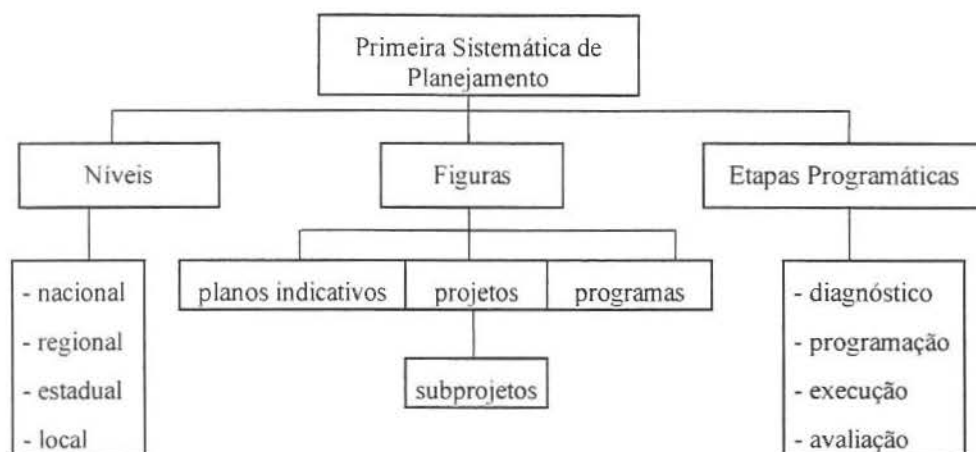


Figura III - 02 – Modelo da primeira sistemática de planejamento da Embrapa

- I. “Níveis – ficava estabelecido que a elaboração dos planos indicativos, projetos e programas operativos deveria ocorrer no âmbito nacional, regional, estadual e local (unidades executoras de pesquisa). Desses quatro níveis, o nacional, o estadual e o local conformavam a estrutura mínima necessária para a formulação e execução do programa de pesquisa agropecuária.⁶⁹
- II. Figuras – foi prevista a existência de planos indicativos, projetos e programas, definidos a seguir:
 - planos indicativos – buscavam interpretar o diagnóstico do setor agropecuário em termos de políticas, diretrizes, prioridades e objetivos gerais de pesquisa. Deveriam ser elaborados nacionalmente, levando em conta os níveis regional e estadual. Dentre outras especificidades, eles deveriam apontar as pesquisas que deveriam ser feitas nos centros nacionais e as linhas de pesquisa para os sistemas estaduais;

⁶⁹ Embora possua grande importância para esse programa, o nível regional seria dispensável nas situações em que não existisse uma estrutura técnico-administrativa regionalmente localizada. Nesses casos, o âmbito nacional ficaria com a responsabilidade de consolidar projetos e programas naquele nível.

- projetos – eram figuras (unidades) de planejamento que reuniam os subprojetos de pesquisa, relacionados a recursos ou áreas de conhecimento;
- subprojetos – representavam concretamente os trabalhos desenvolvidos por um ou mais pesquisadores, visando à solução de problemas específicos e à obtenção de conhecimentos para o aperfeiçoamento do sistema de produção de um ou mais produtos.
- programas – eram formados pela reunião e consolidação de diferentes projetos nos níveis institucional, estadual, regional e nacional” (Souza e Trigueiro, 1989).

III. Etapas programáticas – Eram divididas em: diagnóstico; programação; execução (direta, assessoramento e acompanhamento); e avaliação.

- “diagnóstico – era feito com base em consulta a documentos, instituições, organismos e pessoas ligadas aos objetivos da Embrapa. Nessa fase, a instituição buscava selecionar e captar as demandas sociais a serem consideradas no processo de geração de tecnologia;
- programação – envolvia a elaboração e organização das diretrizes, normas, políticas, prioridades, objetivos, metas, atividades, prazos e recursos para as ações da Empresa;
- execução – desenvolvia-se mediante as pesquisas propriamente ditas, o assessoramento à sua realização e o seu acompanhamento, que deveria ser feito em todo o período da pesquisa, de acordo com as normas e os padrões internos da Empresa;
- avaliação – analisaria os projetos constitutivos dos programas de pesquisa em relação ao atingimento (ou não) dos seus principais objetivos” (Souza e Trigueiro, 1989).

Além de serem adequadas às políticas do Ministério da Agricultura, as pesquisas deveriam ser compatíveis com os planos nacionais de desenvolvimento, os planos brasileiros de desenvolvimento científico e tecnológico e com os resultados das avaliações dos anos anteriores. O total de subprojetos de pesquisa desenvolvidos na primeira sistemática encontra-se nos Anexos 01, 02, 03 e 04.

Nesse período, a Embrapa privilegiou a geração de pacotes tecnológicos⁷⁰ indutores do uso maciço de insumos modernos. Para tanto, inventariou os resultados de pesquisa disponíveis gerados pelo DNPEA e definiu uma estratégia que permitiu a sua imediata transferência aos agricultores logo após um tratamento que os adequassem às diferentes condições ecológicas e estratos de produtores (Rodrigues, 1987b).

Participavam na elaboração dessa estratégia pesquisadores, extensionistas, produtores, representantes de máquinas e insumos, órgãos de fomento e crédito, que, durante quatro dias, elaboravam os pacotes contendo as recomendações técnicas, estimativas de custos e receitas específicas para determinados níveis de produtores. Em seguida, esses pacotes eram difundidos pela assistência técnica com ligeiras adaptações, mantendo na sua essência o conjunto de tecnologias recomendadas. É importante ressaltar que, nesse período, as agências de crédito só financiavam os projetos agropecuários que utilizassem os pacotes tecnológicos (Rodrigues, 1987b).

A partir de 1977, as reuniões para a elaboração dos pacotes tecnológicos foram se tornando menos freqüentes. De acordo com Rodrigues (1987b), se esgotava o estoque de conhecimentos gerados pelo DNPEA dentro da perspectiva monodisciplinar. A perspectiva monodisciplinar era uma das principais críticas ao modelo de pesquisa praticado pelo antigo DNPEA, os pesquisadores das diversas especialidades faziam os seus projetos de pesquisa cujos resultados eram publicados ou mesmo engavetados, sem a devida preocupação de como seria o desempenho desses resultados quando aplicados aos processos produtivos dos agricultores (Embrapa, 1988b).

A Embrapa, por sua vez, propunha um padrão de pesquisa que se preocupava com a análise dos efeitos de interação dos diversos conhecimentos obtidos, dentro da perspectiva da pesquisa monodisciplinar, de forma que se pudesse divulgar para os agricultores as recomendações de um conjunto de tecnologias com alternativas para os diversos estratos de produtores (Embrapa, 1988b). Entretanto, na prática, o padrão de pesquisa proposto pela Embrapa acabou não sendo muito diferente do DNPEA. Segundo Rodrigues (1987b), as unidades de pesquisa da Embrapa não encontravam o caminho para utilizar os procedimentos

⁷⁰ O pacote tecnológico corresponde a uma linha de montagem na qual o uso de determinada tecnologia ou componente (por exemplo, sementes melhoradas) exige o uso de determinadas tecnologias ou componentes anteriores, levando ao emprego de determinadas tecnologias ou componentes posteriores (adubação e combate

metodológicos não convencionais que oferecessem sistemas de produção devidamente experimentados como o produto final da pesquisa.

Ainda de acordo com Rodrigues (1987b), essa questão foi superada com a convicção dos pesquisadores de que não se tratava de contrapor a pesquisa analítica (monodisciplinar) à pesquisa sistêmica, e sim de abordá-las de forma complementar em um processo sucessivo de análise e sínteses que compõem o procedimento científico.

Ao utilizar um enfoque sistêmico, a pesquisa apresentou a singularidade de se colocar a difusão como um componente do próprio processo de geração (Embrapa, 1988b). Dessa forma, comprometia o pesquisador com as ações de difusão de tecnologia, até a incorporação dos seus resultados ao processo produtivo dos agricultores.

3.6.2 – A Segunda Sistemática de Programação de Pesquisa: O Modelo Circular

Encerrada a fase dos pacotes tecnológicos,⁷¹ a Embrapa procurou adequar a primeira sistemática de planejamento à nova realidade da época (1979). Para tanto, a Empresa instituiu um novo conjunto de normas, procedimentos e orientações de planejamento da pesquisa agropecuária nacional que regeriam o Modelo Circular de Programação de Pesquisa.

De acordo com a deliberação 026, de 1979, que instituiu a nova sistemática de programação de pesquisa, as unidades descentralizadas já dispunham de pessoal qualificado com experiência e amadurecimento suficiente para receberem, mediante delegação, maior poder de decisão no que se refere à programação da pesquisa.

A idéia era que o reconhecimento do aprimoramento das equipes multidisciplinares de pesquisadores deveria permitir a adoção de um modelo circular de programação de pesquisa em que as decisões seriam tomadas, predominantemente, “*in loco*”. Desse modo, esperava-se alcançar maior eficiência no processo de geração/adoção de tecnologia, visando

químico de pragas). Portanto, o sucesso ou insucesso da atividade produtiva ficaria totalmente condicionado ao uso completo do pacote tecnológico (Aguiar, 1986).

⁷¹ No começo da década de 80, os pacotes tecnológicos perderam sua expressão dentro da Embrapa a ponto do Departamento de Difusão de Tecnologia (DDT, que era o responsável pela sua operacionalização) ser praticamente desativado e incorporado, com apenas três técnicos, a outro Departamento (o de Informação e Documentação). No entanto, manteve-se a sigla DDT. O desmembramento dos dois departamentos só viria a acontecer em 1986, quando a articulação da Embrapa com o Sistema Brasileiro de Extensão Rural ganhou nova força e maior dinamismo (Rodrigues, 1987b).

dar respostas rápidas ao setor produtivo. Nesse modelo, era defendido que “a pesquisa deveria começar e terminar no produtor” – frase tipicamente associada ao modelo circular (Souza & Trigueiro, 1989).

Quando comparadas ao primeiro sistema de planejamento da EMBRAPA, as principais alterações trazidas pelo modelo circular referem-se às figuras programáticas. Esse novo modelo envolveu apenas os programas nacionais de pesquisa (os PNPs) e os projetos de pesquisa que continham os experimentos (Figura III - 03). Assim, ocorreu uma simplificação em relação ao modelo anterior, no qual as figuras ou unidades de programação abrangiam o plano indicativo, os programas e os projetos incluindo os sub-projetos.

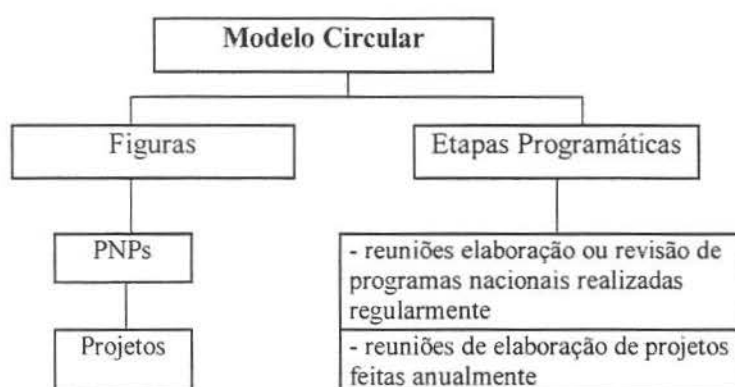


Figura III - 03 – Modelo circular de programação de pesquisa da Embrapa

No modelo circular, os programas nacionais de pesquisa por produto, recursos ou grande problema (PNPs) passaram a ser os instrumentos básicos, orientadores de toda a programação de pesquisa da Empresa (os PNPs desenvolvidos durante o modelo circular encontram-se no Anexo 05 e 06). A coordenação da execução de cada programa ficava a cargo da unidade ou instituição que foi designada. Os programas deveriam ser estabelecidos pela diretoria executiva da Embrapa, envolvendo sempre duas ou mais unidades da federação na sua execução, e deveriam ser revistos em intervalos de no máximo três anos (Souza & Trigueiro, 1989).

Os projetos de pesquisa passaram a ser as unidades básicas de programação para a solução de um problema tecnológico relevante. Eles eram elaborados e executados na unidade de pesquisa e vinculados a um PNP, quando existente.

No que se refere às etapas de programação, elas passaram a ser organizadas em dois

tipos de reuniões: reuniões de elaboração ou de revisão de programas nacionais (realizadas regularmente) e reuniões anuais para a elaboração de projeto. As primeiras visavam estabelecer, em linhas gerais, os principais problemas passíveis de solução tecnológica. As últimas, por sua vez, tinham o objetivo de analisar, compatibilizar e planejar os trabalhos, as técnicas e as metodologias ligadas diretamente à implantação e condução da pesquisa.

Do mesmo modo que a sistemática anterior, as pesquisas deveriam estar adequadas às políticas vigentes do Ministério da Agricultura e dos demais órgãos oficiais ligados à ciência e tecnologia, bem como a atuação dos PNPs em anos anteriores.

No próximo item, apresentaremos as mudanças no modelo institucional da Embrapa, iniciadas em meados dos anos de 1980.

3.7 – Os Ajustes no Modelo Institucional

Em 1985 – período de transição democrática no país e da instalação da Nova República –, novas prioridades de pesquisa foram adotadas pela direção da Embrapa. Foram enfatizados a diminuição da dependência externa em termos de tecnologia, a preservação do meio ambiente e o esforço em direção à pesquisa básica. Estas prioridades de pesquisa marcaram a efêmera passagem do Prof. Luiz Carlos Pinheiro Machado pela Presidência da Embrapa (Rodrigues, 1987b).⁷²

Esse período foi caracterizado por um intenso debate dentro da Empresa, notadamente ao nível das Unidades Descentralizadas, em torno da renovação do modelo institucional e operativo de pesquisa agropecuária e da sistemática de programação, treinamento e difusão de tecnologia (Rodrigues, 1987b). Esse debate ficou caracterizado pela necessidade da Embrapa de realizar ajustes no seu sistema operativo para adequar-se à nova realidade do momento. A instituição de um Plano Diretor, figura inexistente até então, foi a primeira providência tomada no sentido de corrigir disfunções do Sistema de Planejamento⁷³ (Rodrigues, 1987b).

Conforme discutimos no segundo capítulo, as transformações iniciadas pela Embrapa

⁷² Em 1986 e 1987 ocorreram alterações na alta direção da Embrapa.

⁷³ Tentativas anteriores de adoção de um plano de longo prazo foram realizadas em 1978, com o Plano Indicativo. Porém, não obteve êxito (Embrapa, 1988).

nesse período são um reflexo da necessidade de sobrevivência dos institutos públicos de pesquisa em função da alteração das trajetórias que vinham sendo estabelecidas. De acordo com Salles Filho et. al. (2000), a partir de meados da década de 1980, puderam ser observadas transformações nos padrões organizacionais da pesquisa pública no âmbito mundial, mediante uma reconfiguração no contexto institucional e tecnológicos no qual os institutos de pesquisa estão inseridos.

De acordo com Flores (1990), a reorganização da Embrapa tinha como objetivos a superação do padrão de concorrência econômica via preço e do padrão tecnológico de enfoque “produtivista”, que visava apenas a ampliação da capacidade de produzir mais, e a formulação de uma nova base técnica e de um novo padrão tecnológico, que privilegia a competitividade via qualidade e diversificação dos produtos.

Além disso, Flores (1990) também afirma que a crise das instituições públicas no Brasil pode ser entendida como consequência direta da crise do modelo nacional que os moldou. No caso dos institutos agrícolas, eles foram conduzidos pelo imediatismo descontrolado, que produziu várias contradições, tais como: *i)* a formulação de “pacotes tecnológicos” conflitantes com o conceito de desenvolvimento auto-sustentado; *ii)* o uso irracional dos recursos naturais e a degradação ambiental; *iii)* o privilégio concedido aos segmentos exportadores em detrimento daqueles voltados a produção de alimentos básicos e *iv)* a exclusão social no meio rural.

Ainda de acordo com o autor, a concepção dos projetos de pesquisa deve ser reorientada para incorporar novos temas e conceitos, como desenvolvimento auto-sustentado, agroecologia, ecossistema, interdisciplinaridade, segurança alimentar, justiça social e diversidade biológica (Flores, 1990).

Dentro desse contexto, a Embrapa elaborou e implantou o I Plano Diretor (I PDE) para o período 1988-92 (Embrapa, 1998), visando não apenas modernizar sua gerência como também explicitar sua atuação como instituição alavancadora do desenvolvimento.

No I PDE, a Embrapa atesta a necessidade do fortalecimento do SCPA (Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária) através de uma reestruturação dos sistemas estaduais de pesquisa agropecuária, de uma maior complementariedade no relacionamento com as universidades e de uma dinamização e incremento no relacionamento com a iniciativa privada (Embrapa, 1988a).

Além do fortalecimento do SCPA, a Embrapa reafirma, no I PDE, a necessidade de ajustes no modelo institucional no sentido de melhorar a eficiência organizacional e operacional através de um(a): *i)* definição com precisão das funções das unidades de pesquisa e o relacionamento entre elas; *ii)* dimensionamento físico das unidades de pesquisa; *iii)* reestruturação e fortalecimento das unidades da sede, *iv)* rigor na criação de novas unidades de pesquisa; *v)* avaliação técnico-institucional das unidades; e *vi)* consolidação e fortalecimento das unidades localizadas em regiões de baixa qualidade de vida (Embrapa, 1988a).

A missão institucional da Embrapa no I PDE passou a ser:

“... a de gerar e estimular a produção científica e tecnológica que possibilite o desenvolvimento da agropecuária e agroindústria nacionais, visando ao bem-estar social e econômico da coletividade brasileira, através do uso racional dos recursos naturais e preservação do meio ambiente...” (Embrapa, 1988a).

A partir da década de 1990, a consolidação de várias tendências, tais como a globalização da economia e da consciência ecológica, a formação de blocos econômicos, a inviabilidade político-econômica dos sistemas totalitários, a concorrência econômica via preço, qualidade e diversificação, e os novos padrões tecnológicos e de ciência e tecnologia (Embrapa, 1994), reforçaram na Embrapa as necessidades das transformações internas e uma revisão institucional na tentativa de se ajustar a esse novo panorama.

O planejamento estratégico foi o instrumento de suporte conceitual e metodológico escolhido para a condução do processo de mudanças na Embrapa. A escolha do planejamento estratégico ocorreu devido aos seguintes fatores: *i)* à exigência de uma análise articulada dos ambientes externo e interno; *ii)* a uma avaliação diagnóstica e prognóstica; *iii)* a uma metodologia participativa para assegurar o envolvimento de empregados e usuários; e *iv)* a mecanismos de monitoramento permanente para acompanhar e interpretar as mudanças do ambiente externo (Embrapa, 1994).

Para orientar o processo de planejamento estratégico, a Embrapa passou a incorporar o uso da técnica de cenários para a construção de futuros alternativos ao planejamento de suas atividades (Goedert et al., 1995).

De acordo com Salles Filho et al. (1997), a formulação do plano estratégico contemplou: *i)* a identificação das oportunidades e ameaças do ambiente externo à organização; *ii)* a definição da missão, objetivos e diretrizes da instituição; *iii)* o diagnóstico

dos pontos fortes e fracos de seu ambiente interno e *iv*) o estabelecimento de estratégias de ação.

A atualização do modelo institucional da empresa teve início em 1990, com a contratação de uma consultoria. No ano seguinte, iniciou-se a segunda etapa com a análise do ambiente interno, resultando na capacitação dos funcionários para a elaboração dos Planos Diretores dos Centros da Embrapa. Em 1992, ocorreu a etapa de planejamento tático-operacional. Assim, o modelo institucional foi reformulado, de modo a se ajustar à nova missão da Empresa. Em 1993, houve a implementação efetiva desses modelos, tendo sido criado e implantado um outro modelo de programação de pesquisa: o Sistema Embrapa de Planejamento (SEP), que sintetiza as principais diretrizes (Salles Filho et al. 1997).

Na próxima seção, apresentaremos a reformulação do modelo institucional adotado pela Empresa, e em seguida, o Sistema Embrapa de Planejamento (SEP).

3.8 – A Reformulação do Modelo Institucional

Durante o processo de planejamento estratégico, inúmeras evidências indicaram a necessidade de revisar o modelo institucional da Embrapa então vigente, de forma a torná-lo mais adequado ao cumprimento da nova missão, objetivos e diretrizes estabelecidos para a Empresa. Algumas evidências foram advindas da criação do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA),⁷⁴ das recomendações do Tribunal de Contas da União (TCU) e da missão externa de Avaliação Global da Embrapa (Candotti et al., 1992).

Ao revisar o modelo, a Embrapa se baseou na contribuição das suas Unidades Descentralizadas e estabeleceu um conjunto de critérios para nortear o processo, visando incorporar princípios básicos como divisão de papéis com o setor público e privado, racionalização organizacional, descentralização e autonomia, interdisciplinariedade e especialização (Embrapa, 1994).

O Modelo institucional adotado pela Empresa compreendia dois tipos de ações: uma direta e outra de cooperação. A primeira, que foi desenvolvida através das unidades centrais e

⁷⁴ O SNPA, em sua forma vigente, foi instituído em 1992 pela Portaria Nº 193 (07.08.1992) do Ministério da Agricultura, autorizado pela Lei Agrícola (Lei Nº 8.171, de 17.01.1991).

descentralizadas da própria Embrapa, incluía a ação de coordenação do SNPA, enquanto a segunda foi desenvolvida em parceria com instituições cooperantes ou realizada em decorrência de programas conjuntos sob a égide do Governo Federal ou Estadual, nas quais as funções normativas, indicativa e de acompanhamento tinham sido delegadas à Embrapa (Embrapa, 1994).

Ação Direta

A ação direta era desenvolvida pela Embrapa através de quatro categorias de unidades descentralizadas:

- “Centros de Referência de Temas Básicos – unidades de pesquisa de âmbito nacional que deveriam concentrar massa crítica e recursos para avançar a fronteira do conhecimento em temas, ou disciplinas, básicos ou estratégicos indispensáveis aos demais centros da Embrapa;
- Centros de Referência de Produtos – definidos como unidades de pesquisa de âmbito nacional em que a combinação de ganhos tecnológicos deveriam produzir avanços práticos em determinado produto ou conjunto de produtos, de alta relevância socioeconômica para o País;
- Centros de Referência Ecorregionais – unidades de pesquisa em que a combinação de ganhos tecnológicos deveria contribuir para o desenvolvimento de determinada macrorregião ecológica, buscando o aperfeiçoamento de sistemas de produção sustentáveis;
- Serviços Especiais – unidades prioritariamente voltadas para a clientela externa da Empresa, tendo como atribuições promover, apoiar e executar a manutenção ou a distribuição de produtos, processos e serviços gerados pela pesquisa e não-realizados pelas demais unidades” (Goedert et al., 1995).

Ação de Cooperação

Através da ação de cooperação e integração institucional com os sistemas estaduais de pesquisa agropecuária e de extensão rural, a Embrapa deveria estimular o desenvolvimento

de atividades conjuntas, evitando a superposição e inibição de tais sistemas. Além disso, também deveria buscar a parceria com o setor privado, de forma a integrar todos os setores relacionados com o negócio agrícola para o desempenho de sua missão e alcance de seus objetivos.

A integração dos Centros de Pesquisa da Embrapa com os sistemas estaduais e o setor privado deveria ocorrer através de duas formas básicas: ações de parceria e ações de apoio técnico-científico e capacitação (Embrapa, 1994).

Em síntese, a atuação das unidades da Empresa e das demais instituições que compunham o SNPA era descrita da seguinte maneira: os centros temáticos e de produtos deverão concentrar esforços no avanço do conhecimento e na geração de tecnologias, enquanto os centros ecorregionais, os centros de serviços e as instituições estaduais concentrarão seus trabalhos na integração e difusão dessas tecnologias junto aos usuários de cada região e de cada estado.

No novo modelo institucional, a Embrapa ficou com a coordenação do SNPA, que foi constituído pela própria Embrapa e suas Unidades, pelas Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (OEPAs)⁷⁵, por universidades e institutos de pesquisa de âmbito federal ou estadual, bem como por outras organizações, públicas e privadas, direta ou indiretamente vinculadas à atividade de pesquisa agropecuária.

3.9 – O Sistema Embrapa de Planejamento – SEP

Dando continuidade ao processo de mudanças internas da Embrapa e da revisão de sua proposta institucional, o modelo conceitual da programação de pesquisa foi revisto a partir da implementação do modelo de P&D, centrado na demanda de tecnologias, produtos e serviços e orientado pela necessidade de adoção estratégia do enfoque de sistemas e da gestão pela qualidade total.

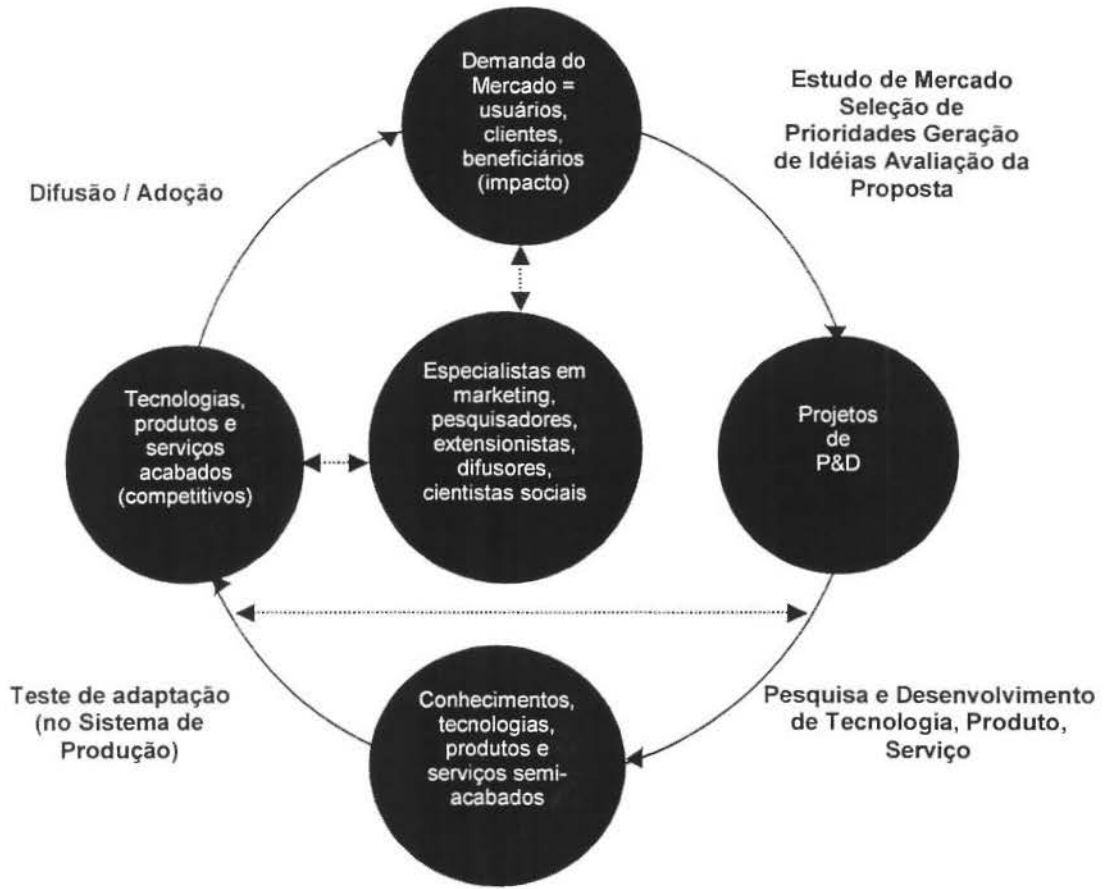
Em 1993, foi iniciada a implementação efetiva dessas mudanças, através da criação e implementação do Sistema Embrapa de Planejamento (SEP), baseado no Planejamento

⁷⁵ A listagem completa das OEPAS encontra-se no Anexo 09.

Estratégico. O SEP, que foi concebido como um instrumento de orientação dos rumos da pesquisa agropecuária e na avaliação da Empresa, constituía o alicerce da passagem do Modelo “Ofertante” para o Modelo de Pesquisa por Demanda.

A organização do SEP sustentava-se na ênfase do enfoque de P&D, proposto por Horton (1991) e adaptado por Castro et al. (1992). Nesse modelo, Pesquisa e Desenvolvimento em agropecuária são vistos como um processo contínuo e cíclico, voltado para o cliente, com a participação de todas as cadeias dos complexos agroindustriais. Flores (1990) critica o Modelo Circular ao afirmar que ele produz apenas tecnologia para os que produzem, questionando, assim, a linha mestra do modelo circular: “a pesquisa deveria começar e terminar no produtor”. Para o autor, no novo modelo de pesquisa, o pesquisador deve estar apto a entender que a “pesquisa nem sempre começa e termina no produtor”. O conceito de agricultura é mais abrangente e implica interfaces setoriais que exigem um enfoque em que “a pesquisa começa e termina na sociedade”, uma vez que a Embrapa produz informações técnico-científicas para todo o complexo agroindustrial.

O modelo de P&D em agropecuária, adaptado por Castro et al., encontra-se esquematizado na Figura III - 04.



Fonte: Castro et al. (1992)

Figura III - 04 – Modelo simplificado de P&D em Agropecuária

Um princípio importante do SEP foi a adoção de um enfoque sistêmico interdisciplinar e com ações multidisciplinares. O SEP apresentava também a preocupação de incentivar projetos interinstitucionais, ou seja, ações de parceria entre as unidades da Embrapa e entre estas e as demais instituições componentes do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) e os representantes da iniciativa privada (Goedert et al., 1995).

Os componentes programáticos do SEP compunham-se de figuras programáticas e mecanismos de articulação, conforme esquematizado na Figura III - 05.



Figura III - 05 – Sistema Embrapa de Planejamento

I. As figuras programáticas do SEP dividiam-se em:

- “figuras de dimensão vertical – (ou de caráter institucional), tinham como objetivo ordenar ações executadas de forma autônoma pela unidade de pesquisa;
- planos diretores – instrumentos de planejamento estratégico de médio e longo prazos que definiam o rumo futuro da instituição para o cumprimento de sua missão institucional, de seus objetivos, diretrizes e estratégias de ação. Compreendia os planos diretores da Embrapa, das Unidades Descentralizadas e das unidades de sua Sede;
- planos anuais de trabalho – instrumentos operacionais dos planos diretores que sintetizavam a programação anual de todas as unidades da Embrapa e das instituições do SNPA;
- figuras de dimensão horizontal – (ou de caráter interinstitucional), tinham como objetivo ordenar ações executadas em conjunto por várias unidades de pesquisa;
- programas: eram as figuras que definiam a política institucional da Embrapa em determinada área ou determinado tema nacional relevante, estabeleciam prioridades de acordo com as demandas da clientela da Empresa, de forma a orientar a formulação de projetos para atender a essas demandas;

- projetos: figuras que envolvem ações de pesquisa ou de gerenciamento com vistas ao atendimento de demandas prioritárias, definidas em determinado programa;
- subprojetos: figuras auxiliares que permitiam ordenar as atividades desenvolvidas com o objetivo de solucionar problemas específicos dentro de um projeto” (Goedert et al, 1995).

II. Mecanismos de articulação

- “conselhos assessores regionais e nacional, apresentam caráter eminentemente político-institucional e consultivo, com a função de subsidiar a alta administração da Embrapa na organização e na priorização das demandas da clientela em níveis regional e nacional.
- comissões técnicas de programa e comitês técnicos internos das unidades, tinham caráter deliberativo, auxiliando na organização e na avaliação técnica de projetos e programas” (Goedert et al, 1995).

A implantação do SEP implicou o cumprimento de três etapas: *i)* estabelecimento da programação das atividades-fim com base na definição de Programas Nacionais de P&D; *ii)* implantação de mecanismos para a análise e a seleção de projetos; e *iii)* adoção de mecanismos para o acompanhamento e a avaliação de projetos (Salles Filho et al., 2000).

Os Programas Nacionais de P&D, que incluem programas por produtos, por temas estratégicos e por ecorregiões, foram implantados em substituição aos PNPs – programas nacionais de pesquisa por produto, recurso ou grande problema –, pertencentes ao Modelo Circular de Programação. Flores (1990) faz uma crítica quanto a forma de elaboração dos programas de pesquisas no modelo de pesquisa Circular:

*“... A forma tradicional de distribuir pesquisador e projetos por áreas técnicas, disciplinas e/ou especialidades induz o enfoque reducionista na escolha dos problemas de pesquisa e no desenho da matriz analítica para sua solução...”.
 “... Para melhor representar a complexidade da realidade do espaço geográfico, os programas deveriam ser definidos, por exemplo, em torno de critérios que permitissem refletir ecossistemas, grandes problemas agroecológicos e/ou sócio-econômicos, grandes desafios ambientais e/ou sócio-econômicos ou temas e problemas de interesse estratégico de um estado, região ou do país...” (Flores, 1990: 163).*

Segundo Salles Filho et al. (2000), a implantação do SEP permitiu modificar o quadro marcado pela subordinação do Plano Nacional de Pesquisa por Produto a um único Centro, ao instaurar Programas Nacionais passíveis de abrigar projetos propostos por diferentes Unidades da Embrapa. Os Programas Nacionais de P&D, conduzidos nesse período, com o total de projetos desenvolvidos em cada programa, encontram-se nos Anexos 07 e 08.

No SEP, a definição dos programas foi, em tese, subsidiada por orientações advindas da identificação de demandas (Salles Filho et al., 2000). A identificação das demandas era realizada através da identificação sistemática da clientela do centro de P&D e na determinação de suas demandas de tecnologias (atuais e potenciais)⁷⁶. A priorização dessas demandas, por sua vez, ocorre através do método de *escores*.⁷⁷

Segundo Salles Filho et al. (2000), esse mecanismo de captação de demandas apresentou baixa efetividade porque as Unidades Descentralizadas (com algumas exceções) não internalizaram práticas sistemáticas de captação de demandas. Além disso, segundo o autor, a efetividade dessas práticas não pode se ater a reuniões com segmentos de usuários da forma como eram realizadas.

Quanto à análise e seleção dos projetos, o SEP apresentava um sistema competitivo. Para isso, foram criados os Comitês Técnicos Internos das Unidades Descentralizadas (CTIs) e da Sede (CTS) e as Comissões Técnicas de Programa (CTPs) para cada um dos programas institucionais. Os CTIs e o CTS foram compostos por pesquisadores das próprias UD's e da Sede, respectivamente, e as CTPs foram formadas por um colegiado com membros internos e externos à Embrapa. Essas duas instâncias foram as responsáveis pela análise e a aprovação dos projetos. Somente após a aprovação pelos comitês técnicos, a proposta encontrava-se apta para o encaminhamento à CTP, onde os projetos eram avaliados quanto ao mérito e à disponibilidade de recursos (Salles Filho et al., 2000).

Finalmente, o SEP previa um acompanhamento e avaliação dos projetos. Para a coordenação e o acompanhamento sistemático da execução dos projetos, existia as figuras do líder de projeto/coordenador de equipe e do responsável por subprojeto. O acompanhamento

⁷⁶ A demanda classificava-se em 3 tipos: Tipo 1 – aquela que exigia uma solução tecnológica, já existente nas instituições de pesquisa; Tipo 2 – aquela que exigia uma solução tecnológica, porém ainda não existente nas instituições de pesquisa; Tipo 3 – aquela cujo atendimento não dependia de solução tecnológica, mas de resolução de problemas conjunturais ou estruturais que limitam o desenvolvimento do setor produtivo como: preços defasados, políticas inadequadas, deficiências de infra-estrutura de apoio à produção, comercialização, entre outras – Goedert et al. (1995).

das atividades-fim ficava a cargo dos coordenadores das equipes, enquanto os resultados técnicos das atividades-fim eram sistematizados pelos coordenadores de equipe a partir das informações apresentadas nos relatórios finais dos pesquisadores. Ainda no sentido de desenvolver as rotinas de operacionalização do SEP, foi criado o Sistema de Planejamento, Acompanhamento e Avaliação dos Resultados do Trabalho Individual – SAAD-RH.

3.10 – Consolidação e Ampliação da Reorganização Institucional

Em 1994, a Embrapa instituiu o II PDE (1994-98), no qual redefiniu a missão, os objetivos, a identificação e o estabelecimento das diretrizes e ações estratégicas, além de atualizar o sistema de planejamento para o cumprimento da missão da Embrapa diante da nova postura institucional.

No passado, o setor agropecuário era o beneficiário preferencial. A nova missão instituída no II PDE ampliou-a de forma a abranger toda a sociedade e os segmentos representativos do agronegócio desde a produção de insumos – passando pela produção agropecuária, agroindustrial e florestal, e comercialização – até o mercado consumidor final.

A nova missão passou a ser:

“... gerar, promover e transferir conhecimentos e tecnologias para o desenvolvimento sustentável dos segmentos agropecuário, agroindustrial e florestal, em benefício da sociedade...” (Embrapa, 1994).

A missão e os objetivos da Embrapa encontram-se apresentados na Figura III - 06.

⁷⁷ Sobre o método de escores, ver Goedert et al. (1995), p.28-29.



Figura III - 06 – Missão institucional e hierarquização dos objetivos da Embrapa

A partir do II PDE, o conceito de desenvolvimento sustentável passa a integrar explicitamente a missão da instituição, em consonância com a evolução dos conhecimentos sobre ecologia e sobre sua relação com a atividade agrícola e a mobilização da sociedade em defesa do meio ambiente.

Em 1995, a Embrapa iniciou a implementação de Projetos Estratégicos com o objetivo de estruturar e dar consistência ao seu modelo gerencial, orientado para o atendimento ao cliente. Em 1997, a Diretoria Executiva definiu sua política global de administração composta por três políticas: Pesquisa e Desenvolvimento, Negócios para Transferência de Tecnologia e Comunicação Empresarial. Neste mesmo ano, os estatutos da Embrapa foram reformulados a partir da instituição do Conselho de Administração como órgão máximo decisório. Esse órgão conta com a participação do setor privado, enquanto a Diretoria Executiva ficava encarregada de implementar as macropolíticas estabelecidas pelo Conselho.

Dando continuidade nas suas reformas, a Embrapa implantou, em 1999, o III PDE, que surgiu em consonância com as diretrizes governamentais para atender a necessidade de

orientar estrategicamente a empresa no quinquênio 1999-2003. De acordo com o III PDU:

“... as pressões exercidas sobre o meio ambiente provenientes dos aumentos populacionais e de produção, incluindo a degradação ambiental com seus efeitos sobre a saúde humana e a constatação de que suas consequências perpassam os limites geográficos e políticos dos países, estão levando a uma crescente consciência mundial relativa à interdependência entre qualidade ambiental e de vida. A palavra-chave no trato da questão do meio ambiente é a sustentabilidade da agricultura, definida como sistemas agrícolas economicamente viáveis, socialmente aceitáveis, ambientalmente sãos e politicamente respaldados...” (Embrapa, 1998:10).

O III PDE foi o marco orientador para o realinhamento estratégico das ações, tendo como base os exercícios anteriores de planejamento e o conjunto de premissas, componentes e mecanismos básicos de articulação das ações da Embrapa, além de assegurar o cumprimento de sua missão e objetivos. Para possibilitar a execução e gerenciamento dos direcionamentos estratégicos, bem como para fornecer os indicadores de desempenho da Instituição, foi implantado o Modelo de Gestão Estratégica – MGE, baseado no método de *Balanced Scorecard* (BSC) ou Painel de Controle balanceado.⁷⁸

A missão da Embrapa novamente foi ampliada de forma a:

“... viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável⁷⁹ do agronegócio brasileiro⁸⁰ por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias, em benefício da sociedade. O cumprimento da missão ficou então atrelada a promoção do agronegócio brasileiro em consonância com as políticas governamentais e as experiências do mercado...” (Embrapa, 1998:15).

Segundo a diretoria da empresa, a grande diferença dessa missão em relação à anterior se baseia na ênfase para a idéia de viabilização de soluções, o que significa que, além de gerar conhecimentos e tecnologias, a instituição deve estar preparada para buscar esses

⁷⁸ O BSC, desenvolvido por Robert S. Kaplan e David P. Norton da Harvard Business School, constitui um sistema de mediação para alinhar e gerenciar a estratégia das organizações (Salles Filho et al., 2000).

⁷⁹ “... Entende-se por desenvolvimento sustentável o arranjo político, sócio-econômico, cultural, ambiental e tecnológico que permite satisfazer as aspirações e necessidades das gerações atuais e futuras” (Embrapa, 1998).

⁸⁰ “... O conceito de agronegócio engloba os fornecedores de bens e serviços: agricultura, os produtores agrícolas, os processadores, os transformadores e os distribuidores envolvidos na geração e no fluxo dos produtos agrícolas até o consumidor final. Participam também do agronegócio os agentes que coordenam o fluxo dos produtos, tais como o governo, os mercados, as entidades comerciais, financeiras e de serviços” (Embrapa, 1998).

mesmos elementos através do relacionamento com diferentes atores (Bin, 2004).

O III PDE mantém o conceito de desenvolvimento sustentável que foi incorporado no II PDE. A preocupação com o meio ambiente nesse momento é reforçada principalmente pelo aumento da demanda ligada a qualidade ambiental dos produtos agrícolas, e pelas restrições comerciais associadas ao estabelecimento de padrões ambientais, principalmente no mercado externo (Embrapa, 1998).

3.11 – Adoção da Agenda Institucional

Dando seqüência as mudanças que já vinham sendo implementadas na empresa em 2001, a Embrapa introduziu a Agenda Institucional como o instrumento dinâmico de interpretação do Plano Diretor e das Políticas da Empresa.

A Agenda Institucional definiu um conjunto de alvos, ou grandes desafios nacionais, por onde deveria transitar o desenvolvimento científico-tecnológico do agronegócio⁸¹. Através de um sistema interno competitivo, baseado em editais, a Agenda orientará os investimentos em novos produtos e processos, organizados em rede (Embrapa, 2002). Além disso, a Agenda Institucional aponta ainda uma série de desafios no âmbito da competitividade e sustentabilidade setorial, e desafios na fronteira do conhecimento. Entretanto, ela vai além das questões de P&D, avançando no estabelecimento das diretrizes estratégicas e prioridades relacionadas às áreas de Transferência de Tecnologia, Comunicação Empresarial e Desenvolvimento Institucional (Embrapa, 2002).

Paralelamente aos trabalhos de definição da Agenda Institucional, o Modelo de Gestão da Embrapa foi reformulado de modo a permitir a indução e a formação de projetos com arranjos cooperativos inovadores entre pesquisadores, unidades e parceiros em um processo competitivo (EMBRAPA, 2002). Para alcançar esses objetivos, foi introduzido o Sistema Embrapa de Gestão – SEG. Esse novo modelo de programação de pesquisa foi

⁸¹Como por exemplo, “...as questões relacionadas ao conhecimento e uso sustentável da biodiversidade, conservação e valorização dos recursos genéticos, caracterização e manejo de recursos naturais, à genômica e a pós-genômica, à biossegurança nos aspectos de impactos nutricionais e ambientais dos produtos da biotecnologia moderna, dos desafios tecnológicos da defesa sanitária animal e vegetal para fazer frente às barreiras técnicas que estão emergindo, ao apoio aos empreendimentos de pequeno porte, viabilizadores de uma agricultura familiar

estabelecido com objetivo de que os projetos na Embrapa fossem cada vez mais focados e regidos pelos grandes temas nacionais e oportunidades geradas pela nova ordem econômica e social.

3.12 – O Sistema Embrapa de Gestão – SEG

Na execução do seu novo modelo programático, a Embrapa modernizou seu modelo de planejamento, acompanhamento e avaliação da programação com a implementação do conceito de organização e gestão de *portfólios* – que são chamados de macroprogramas. Esses macroprogramas estão sendo compostos conforme um modelo competitivo, através de projetos por editais, que utilizam os norteamentos da Agenda Institucional para definição de linhas e temas estratégicos (Embrapa, 2002). De acordo com esse modelo, a empresa espera compor uma programação mais objetiva, focada em relevância, qualidade e impactos reais para a sociedade.

O Sistema Embrapa de Gestão – SEG apresenta os seguintes objetivos: *i)* organizar as atividades essenciais da empresa, integrando os diferentes níveis de gestão – estratégico, tático e operacional; *ii)* estabelecer figuras programáticas, instâncias, níveis e formas de gestão; e *iii)* definir os processos de planejamento, indução, execução, acompanhamento, avaliação e retroalimentação das atividades de P&D, Comunicação Empresarial, Transferência de Tecnologia e Desenvolvimento Institucional (Embrapa, 2002).

O SEG foi organizado em três subsistemas: Estratégico, Tático e Operacional, conforme indicado na Figura III - 07.

O **Subsistema Estratégico** contém os procedimentos para a definição e revisão sistemática tanto do Plano Diretor da Embrapa (PDE) e de sua interpretação na forma de uma Agenda Institucional, que norteia o processo de produção da empresa, quanto do Modelo de Gestão Estratégica (MGE), que orienta o desenvolvimento de instrumentos e conceitos de gestão que possibilitem a implementação da estratégia institucional (Embrapa, 2002).

Já o **Subsistema Tático** apresenta os procedimentos para organizar a programação

inserida no mercado, a tecnologias de rastreamento e certificação de produtos, às mudanças climáticas globais, que levarão à intensificação de estresses bióticos e abióticos nos trópicos...” (Embrapa, 2002:10).

da empresa, a partir das diretrizes provenientes do plano estratégico da Agenda Institucional e do Modelo de Gestão Estratégica. Esse subsistema apresenta um colegiado formado pelo Comitê Gestor da Programação, o qual garante uma composição equilibrada e consistente dos macroprogramas (MPs). Os três primeiros macroprogramas (MP 1, MP 2 e MP 3) estão diretamente relacionados a P&D; o quarto macroprograma (MP 4) corresponde a Transferência Tecnológica e Comunicação; e o quinto Macroprograma (MP 5) está direcionado ao Desenvolvimento Institucional (Embrapa, 2002)⁸². Além desses, existe o Macroprograma de Transição, de caráter temporário, responsável pela carteira de projetos que compõe a programação do antigo Sistema Embrapa de Planejamento (SEP), a serem concluídos até dezembro de 2004, e as ações inseridas no Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de Tecnologia para o Brasil (Prodetab)⁸³. Os objetivos de cada um dos cinco macroprogramas e a natureza de seus projetos encontram-se no Anexo – 10.

Por fim, o **Subsistema Operacional** tem por objetivo compor e gerir a carteira de projetos e processos no âmbito das unidades da Embrapa e de seus parceiros, de maneira alinhada aos norteadores institucionais e estratégias setoriais, bem como, regionais e temáticos. O subsistema de gestão operacional do SEG será composto por projetos e processos, sendo que a composição e integração das equipes, a formulação e a execução dos mesmos será de competência das Unidades Centrais e Descentralizadas da Embrapa (Embrapa, 2002a).

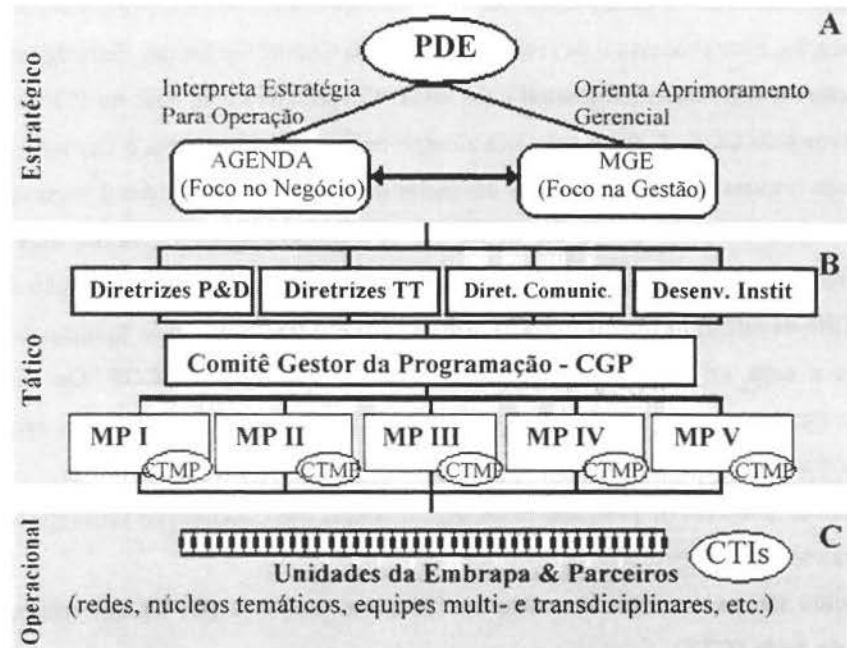
No SEG, os projetos são figuras programáticas de nível operacional dedicadas à produção de conhecimentos, processos ou produtos tecnológicos que atendam às demandas da clientela, em um período de tempo determinado no momento do planejamento⁸⁴. Essa figura é

⁸² Em 2003, a Embrapa começou a implantar o macroprograma 6 – apoio ao desenvolvimento da agricultura familiar e à sustentabilidade do espaço rural. A implantação desse macroprograma deve-se às novas linhas fundamentais, estabelecidas pela nova diretoria da Embrapa, que devem ser seguidas pela Embrapa no Governo Lula. Uma dessas novas linhas de atuação envolve dar prioridade à agricultura familiar e à transferência de tecnologia a esse grupo de agricultores, visando seu fortalecimento e o desenvolvimento local. Nesse sentido, o macroprograma 6 tem por objetivo dar suporte a iniciativas de desenvolvimento sustentável da agricultura familiar e de comunidades tradicionais na perspectiva da agregação de valor e da abordagem territorial (Campanhola, 2004).

⁸³ O Prodetab é um projeto do Governo brasileiro, apoiado pelo Banco Mundial, com administração da Embrapa, que reúne recursos para aplicação em pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia agropecuária, florestal e agroindustrial.

⁸⁴ O monitoramento do ambiente externo, a fim de determinar as principais demandas para a pesquisa da Embrapa, é função dos Conselhos Assessor Nacional e de Administração (contando com membros internos e externos), da Secretaria de Gestão e Estratégia (com a construção de cenários do ambiente de atuação da pesquisa agropecuária), dos Comitês Assessores Externos das UD's (composto por representantes das unidades e

gerenciada por um líder de projeto e sua execução pode envolver diferentes unidades da Embrapa e parceiros, e organizados segundo os diferentes arranjos institucionais (Embrapa, 2002a).



Fonte: Embrapa (2002a)

Figura III – 07 – Síntese do Sistema Embrapa de Gestão

Os processos, por sua vez, são figuras programáticas de nível operacional, voltada para a organização e divisão do trabalho visando a realização efetiva e otimizada das atividades na Empresa. É entendido como um conjunto de atividades logicamente inter-relacionadas, com a finalidade de produzir resultados específicos para atender os objetivos e as necessidades dos clientes internos e externos (Embrapa, 2002a).

O fluxo da programação da pesquisa previsto no SEG encontra-se esquematizado no Quadro III-02.

representantes da sociedade beneficiários das pesquisas da Empresa que devem participar da elaboração dos PDUs) e dos próprios pesquisadores (Bin, 2004).

Quadro III-02 – Fluxo da programação da pesquisa previsto no SEG

- 1 – **Definição dos Planos Diretores da Embrapa (PDE)**, pelo SGE, e **Planos Diretores das Unidades (PDUs)**, pelas respectivas Chefias, para 5 anos. Os planos são aprovados pela Diretoria Executiva e Conselho de Administração. Esse processo é de responsabilidade do Comitê Gestor das Estratégias (CGE).
- 2 – **Atualização da Agenda Institucional e do MGE Corporativo** com base no PDE e PDUs e outros estudos prospectivos pelo CGE. A aprovação fica a cargo da Diretoria Executiva e Conselho de Administração, que também são responsáveis pela definição das metas institucionais a partir das diretrizes estratégicas.
- 3 – Comitê Gestor da Programação (CGP) **define metas técnicas e ações para cada Macroprograma**. As metas técnicas são objetivos técnicos e científicos quantificados derivados da interpretação das metas institucionais.
- 4 – **Lançamento de editais** e outras ações de articulação (principalmente pela indução de projetos cooperativos) referentes a cada um dos Macroprogramas segundo orientação do CGP. Os editais contêm as linhas temáticas da chamada para cada Macroprograma, o calendário da chamada, os recursos disponíveis e os prazos de duração dos projetos.
- 5 – **Elaboração de projetos de pesquisa** pelos pesquisadores das Unidades da Embrapa (em eventual associação com parceiros internos e externos).
- 6 – **Os projetos são submetidos aos Comitês Técnicos Internos (CTIs) das unidades líderes e Comitê Técnico da Sede (CTS)**, formadas por pesquisadores, técnicos e, quando possível, por membros externos. Cabe a esses comitês verificar a qualidade técnica e conveniência dos projetos. Caso necessário, os projetos são devolvidos aos pesquisadores para eventuais ajustes. Esse comitê não seleciona, apenas auxilia a elaboração de projetos. No envio dos projetos às CTIs, os pesquisadores devem preencher um formulário, onde consta um espaço referente aos impactos esperados (econômicos, sociais e ambientais) dos projetos.
- 7 – Os projetos são submetidos aos gestores dos Macroprogramas. Com o auxílio de consultores ad hoc, são realizados **pareceres dos projetos**, que devem ser enviados às Comissões Técnicas dos Macroprogramas (CTMP). Disso resulta um parecer baseado na adequação do projeto às diretrizes do edital e na qualidade da proposta (inclusive mérito técnico-científico do projeto) e uma priorização desses projetos.
- 8 – Os projetos com os pareceres do CTI e CTMP são encaminhados para o Comitê Gestor da Programação (CGP), que decide pela **contratação do projeto e alocação de recursos orçamentários**. Essa seleção é baseada na avaliação do mérito estratégico do projeto.
- 9 – **A programação consolidada e aprovada** pelo CGP é homologada pela Diretoria Executiva (DE).
- 10 – **Execução de projetos** e processos componentes dos Macroprogramas.

Fonte: Bin (2004)

Com a implantação do Sistema Embrapa de Gestão – SEG, o número de programas foi reduzido de dezenove (Programas Nacionais de P&D, existentes no SEP) para cinco grandes macroprogramas. Conforme vimos anteriormente, três macroprogramas são de P&D,

um de Transferência Tecnológica e Comunicação Empresarial, e outro de Desenvolvimento Institucional. Dessa forma, a Embrapa encerra a fase de organização dos programas de pesquisa baseados na forma disciplinar e temática, que vigoraram nos modelos de pesquisa adotados pela empresa, inclusive no SEP.

A justificativa da Embrapa para a mudança na sistemática de pesquisa é a de que, no momento atual, vive-se uma realidade bastante diferente das décadas passadas:

“... Muitos dos problemas e vulnerabilidades do agronegócio mundial perpassam a lógica segmentada tradicional. O consumidor, e não o produtor, é hoje o grande coordenador do sistema agroindustrial e agroalimentar. Muitas das grandes questões que demandam tratamento das organizações de inovação tem componentes que começam antes da fazenda e terminam na mesa do consumidor e, portanto, não podem ser tratadas segundo uma lógica pontual, disciplinar ou segmentada. Pode-se citar como exemplo os muitos desafios relacionados a qualidade, certificação e acesso dos nossos produtos a mercados, que exigem, na concepção de soluções, a consideração de aspectos relacionados aos desejos e necessidades do consumidor, aos insumos utilizados, ao processo de produção e processamento e à logística necessária para se colocar o produto na mesa do consumidor, garantindo satisfação e segurança...” (Embrapa, 2002:7-8).

Além dessa justificativa, a Embrapa levanta outras questões presentes no momento atual. Uma delas se refere aos impactos das mudanças climáticas globais no agronegócio. Nesse sentido, o inexorável aumento das temperaturas no globo levará à intensificação dos estresses térmicos, hídricos, nutricionais e sanitários para plantas e animais nos trópicos, exigindo soluções que só poderão ser alcançadas através de um modelo de inovação transdisciplinar. Nesse sentido, esse novo modelo evita os altos custos de transação envolvidos na integração posterior dos resultados das pesquisas produzidas de forma disciplinar e isolada (Embrapa, 2002).

Outra questão levantada pela Embrapa é com relação à noção de “valores”. O agronegócio tradicional tomou como referência a visão de que os valores de natureza econômica é que deveriam guiar o processo de definição de prioridades. No entanto, a sociedade atualmente demanda que as organizações incorporem, cada vez mais, valores de natureza cultural e psicossocial, valores do ambiente físico e do espaço geográfico, valores ecológicos, etc, aos seus modelos de priorização (Figura III – 8). Um exemplo da importância da incorporação de novos valores é o lançamento dos primeiros produtos da biotecnologia, que

certamente falharam por considerarem de forma preponderante os valores de natureza econômica em detrimento de outros valores considerados pelo todo da sociedade.



Fonte: Embrapa (2002)

Figura III - 08 – Mudança de paradigma no processo de inovação tecnológica para o agronegócio

Com a adoção desse modelo, a Embrapa espera se adaptar à nova realidade, com métodos cada vez mais apurados de gestão, controle eficaz dos processos de produção e rápida internalização de novos métodos e conceitos.

Dando continuidade às suas reformas, a Embrapa implantou, em 2004, o IV PDE, que estabelece as grandes linhas de orientação para as atividades a serem desenvolvidas pela Embrapa no período de 2004 a 2007. A partir da visão de possíveis cenários futuros, baseados em tendências e eventos potenciais, e de determinantes e condicionantes externos, a Embrapa busca manter sua sustentabilidade como organização, revendo sua Missão, Visão, Objetivos e Diretrizes Estratégicas.

De acordo com o IV PDU, a missão da Embrapa passou a ser:

“ ... Viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável⁸⁵ do espaço rural,⁸⁶ com foco no agronegócio⁸⁷, por meio da geração, adaptação e

⁸⁵ “... Desenvolvimento sustentável – Entende-se por desenvolvimento sustentável o arranjo político, socioeconômico, cultural, ambiental e tecnológico que permite satisfazer as aspirações e necessidades das gerações atuais e futuras ...” (Embrapa, 2004b : 20).

transferência de conhecimentos e tecnologias, em benefício dos diversos segmentos da sociedade brasileira. A Missão será cumprida em consonância com as políticas governamentais, enfatizando a inclusão social, a segurança alimentar, as expectativas de mercado e a qualidade do meio ambiente ...” (Embrapa, 2004b : 20).

O IV PDE mantém a preocupação com o meio ambiente e acrescenta a necessidade da inclusão social e da redução dos processos de exclusão da agricultura familiar, assentados e comunidades tradicionais em situação de risco social. Além disso, o IV PDE salienta a necessidade de gerar conhecimentos e tecnologias que viabilizem a produção de alimentos em quantidade e qualidade, visando à segurança alimentar, melhoria do estado nutricional e à saúde da população.

3.13 – A Estrutura Atual da Embrapa

Atualmente, a Embrapa atua por intermédio de 40 Unidades Descentralizadas – 37 Centros de Pesquisa e 03 Unidades de Serviços – (Ver Anexo – 11) e 11 Unidades Centrais⁸⁸, estando presente em quase todos os estados da Federação nas mais diferentes condições ecológicas. Para chegar a ser uma das maiores instituições de pesquisa do mundo tropical, a Empresa, que opera com um orçamento da ordem de R\$ 822 milhões anuais, investiu grande

⁸⁶ “... Espaço rural – O espaço rural caracteriza-se por baixa densidade populacional, relação intensa com os recursos naturais e a biodiversidade, e dinâmica socioeconômica subsidiária à dos espaços urbanos. O conceito de ruralidade refere-se a uma abordagem de caráter territorial, não se limitando à produção agropecuária, nem ao local de habitação dos produtores. Inclui o desenvolvimento de atividades tipicamente urbanas no espaço rural e a prática de atividades não típicas e não agrícolas, destacando-se as relacionadas com as agroindústrias, com o turismo e com o lazer ...” (Embrapa, 2004b : 20).

⁸⁷ “... Agronegócio – O conceito de agronegócio engloba os fornecedores de bens e serviços ao setor agrícola, os produtores agrícolas, os processadores, os transformadores e os distribuidores envolvidos na geração e no fluxo dos produtos da agricultura, pecuária e floresta até o consumidor final. Entre os produtores agrícolas incluem-se a agricultura familiar em suas diferentes modalidades, os assentados da reforma agrária e as comunidades tradicionais. Participam também do agronegócio os agentes que coordenam o fluxo dos produtos e serviços, tais como o governo, os mercados, as entidades comerciais, financeiras e de serviços ...” (Embrapa, 2004b : 20).

⁸⁸ As Unidades Centrais são, ao lado da Diretoria Executiva, órgãos integrantes da administração superior da Empresa, às quais compete planejar, supervisionar, coordenar e controlar as atividades relacionadas à execução de pesquisa agropecuária e à formulação de políticas agrícolas (Ver Anexo 12). Compreende: 1) Assessoria de Auditoria Interna – AUD; 2) Assessoria de Comunicação Social – ACS; 3) Assessoria Jurídica – AJU; 4) Assessoria Parlamentar – ASP; 5) Departamento de Administração de Materiais e Serviços – DRM; 6) Departamento de Administração Financeira – DAF; 7) Departamento de Gestão de Pessoas – DGP; 8) Departamento de Tecnologia da Informação – DTI; 9) Gabinete do Diretor-Presidente – GPR; 10) Secretaria de Gestão e Estratégia – SGE; 11) Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento – SPD (Embrapa, 2004).

parte dos seus recursos na habilitação de pessoal qualificado, possuindo, hoje, 8.619 empregados, dos quais 2.221 são pesquisadores. Dentre eles, 45% são mestres e 53% concluíram o doutorado (Embrapa, 2004).

No âmbito da cooperação internacional, a Embrapa vem desenvolvendo, nos últimos cinco anos, um projeto bastante inovador, chamado Labex, ou Laboratório Virtual no Exterior. O projeto Labex conta com dois laboratórios, um localizado no Agricultural Research Center - ARS, que pertence ao Departamento de Agricultura dos EUA (USDA), e outro localizado em Montpellier, no sul da França. A esses núcleos avançados estão vinculados pesquisadores seniores que realizam um trabalho de interação, “antenagem” tecnológica e monitoramento do mercado de inovação, procurando suprir as equipes da Embrapa e seus parceiros de informações estratégicas (Embrapa, 2002). O Labex busca também viabilizar interações produtivas entre as equipes brasileiras e equipes de instituições congêneres localizadas naqueles países.

A atual estrutura organizacional da Embrapa é fortemente hierarquizada, e a área de direção da Empresa é encabeçada por três instâncias: o Conselho de Administração, a Diretoria Executiva e a Presidência. (Ver Anexo – 12). Essa estrutura foi aprovada pela diretoria em maio de 2003, com o objetivo de dotar a empresa de maior agilidade administrativa, tornando-a mais eficiente e transparente.

3.14 – Considerações Finais

Conforme pudemos observar no decorrer do capítulo, a Embrapa vem sofrendo um processo de reorganização ao longo dos anos de modo a adaptar-se às modificações do ambiente externo. No entanto, esse processo de transformação se intensificou a partir de meados da década de 1980, em decorrência de um fenômeno geral de reorganização das instituições públicas de pesquisa. Tal fenômeno foi consequência das transformações no papel do Estado, das mudanças técnico-científicas das últimas décadas, dos novos padrões concorrenciais e da globalização dos mercados.

A reorganização da Embrapa, nesse período, também foi devida à crise do padrão produtivista que afetou diretamente as instituições de pesquisa pública agrícola. Esse fato pode

ser confirmado nos documentos oficiais da instituição. De acordo com o documento “Projeto Embrapa: a pesquisa agropecuária rumo ao século XXI”⁸⁹, a reorganização da Embrapa tinha como objetivos a superação do padrão de concorrência econômica via preço e do padrão tecnológico de enfoque produtivista, que visava apenas a ampliação da capacidade de produzir mais.

A partir desse momento, pelo menos no que se refere no âmbito formal, a questão ambiental assume uma grande importância. De acordo com o documento acima, a concepção dos projetos de pesquisa deve ser reorientada para incorporar novos temas e conceitos, como o desenvolvimento auto-sustentado, agroecologia, interdisciplinaridade, segurança alimentar, justiça social e diversidade biológica.

Com a implantação do Sistema Embrapa de Planejamento (SEP), a questão ambiental ganha um programa próprio, o Programa 11 – Proteção e avaliação da qualidade ambiental. Entretanto, a questão ambiental também permeia nos outros programas da Embrapa. A preocupação com a questão ambiental também está presente nos Planos Diretores da Embrapa (I PDE, II PDE, III PDE e IV PDE) e em outros documentos da instituição.

No próximo capítulo, analisaremos a evolução das linhas de pesquisa da Embrapa de modo a identificar a trajetória percorrida por essas pesquisas. A partir da co-evolução da trajetória das pesquisas conduzidas na Embrapa e de sua trajetória organizacional, procuramos identificar o modo pelo qual a Embrapa condiciona sua resposta à evolução das demandas ambientais na agricultura.

⁸⁹ FLORES, M.X. Projeto Embrapa: a pesquisa agropecuária rumo ao século XXI. *Cadernos de Difusão de Tecnologia*. Brasília, 7 (1/3), 1990, p. 159-177

CAPÍTULO 4

A EVOLUÇÃO DAS LINHAS DE PESQUISA DA EMBRAPA: A BUSCA POR UMA AGRICULTURA MAIS ECOLÓGICA

4.1 – Introdução

Conforme apresentamos no segundo capítulo, o padrão produtivista da agricultura moderna entrou em crise a partir da década de 1980, devido a vários fatores, tais como mudanças de ordem econômica e ambiental, mudança de hábito dos consumidores, etc. A crise desse padrão contribuiu para que as políticas agrícolas tradicionais – essencialmente voltadas ao aumento da produção e da produtividade – e as novas bases técnico-científicas da agricultura passassem a incorporar o conceito de sustentabilidade.

Dessa forma, a busca por uma agricultura mais sustentável favoreceu a origem e o redimensionamento de novas áreas na pesquisa agrícola. Segundo Bonny & Dauce (1989) apud Salles Filho (1993), atualmente passamos por um momento de transição, no qual novas tecnologias inauguram um *momentum* de confrontação com as trajetórias vigentes.

Diante dessas questões, os objetivos desse capítulo são:

- i) verificar as trajetórias das linhas de pesquisa, coordenadas pela Embrapa, dentro das áreas-problema identificadas em nosso estudo, ou seja, nas áreas-problema de: Fitossanidade; Correção e fertilidade do solo; Sistemas de cultivo; Melhoramento de plantas; Biologia do solo; Solos (manejo e conservação); Recursos hídricos; Recuperação de áreas degradadas; Monitoramento e avaliação ambiental; e Outras concepções de agricultura;
- ii) agrupar as diferentes *linhas de pesquisa* em *eixos de pesquisa* de acordo com o enfoque ambiental e analisar a evolução desses eixos. Os eixos de pesquisa compreendem as *pesquisas convencionais* (pesquisas que seguiram o padrão produtivista); as *pesquisas de tecnologias intermediárias ou amenas* (pesquisas com o objetivo de reduzir os custos de produção e dos impactos ambientais); as *pesquisas revolucionárias* (pesquisas agroecológicas e suas variantes); as *pesquisas de alta tecnologia* (pesquisas que utilizam alta tecnologia como por exemplo, a agricultura

de precisão e OGMs); as *pesquisas conservacionistas* (pesquisas relacionadas a preservação e recuperação dos recursos naturais); e as *pesquisas instrumentais* (pesquisas referentes a avaliação, monitoramento e certificação ambiental); e, por fim;

- iii) identificar como a Embrapa incorpora as demandas ambientais na agricultura e qual a possível trajetória das pesquisas que serão desenvolvidas pela instituição nos próximos anos.

4.2 – Metodologia Utilizada

Para a realização desse trabalho, analisamos as pesquisas (projetos e subprojetos) coordenadas pela Embrapa na área de agricultura desde sua fundação, procurando identificar a trajetória percorrida pela pesquisa em relação às questões ambientais. Nesse estudo, não serão analisados as pesquisas realizadas nas áreas de: i) pecuária; ii) tecnologia de alimentos; iii) pós-colheita; iv) administração; e v) desenvolvimento institucional.

O Pronapa (Programa Nacional de Pesquisa Agropecuária) foi a fonte de dados para o estudo. O Pronapa é uma publicação anual da Embrapa, no qual se encontram discriminadas as pesquisas (projetos e subprojetos) realizadas durante o ano. Por exemplo, o Pronapa 1980 reúne os projetos de pesquisa desenvolvidos em 1980 e que foram aprovadas em 1979.

O conceito de projeto e subprojeto mudou ao longo dos anos na Embrapa. Conforme apresentamos no terceiro capítulo, durante a Primeira Sistemática, o conceito de projeto era o seguinte: “figura (unidade) de planejamento, que reunia os subprojetos de pesquisa relacionados a recursos ou áreas de conhecimento”. Já o subprojeto representava concretamente o trabalho desenvolvido por um ou mais pesquisadores, visando à solução de problemas específicos e à obtenção de conhecimentos para o aperfeiçoamento do sistema de produção de um ou mais produtos.

No Modelo Circular, o conceito de projeto passou a ser “unidade básica de programação para a solução de um problema tecnológico relevante”. O projeto era elaborado e executado na unidade de pesquisa e vinculado a um PNP (Programa Nacional de Pesquisa), quando existente. Já a figura dos subprojetos foi extinta nessa sistemática de pesquisa.

No SEP, o conceito de projeto mudou novamente, passando a ser “figura que envolve ação de pesquisa ou de gerenciamento com vista ao atendimento de demandas prioritárias, definida em determinado programa”. A figura de subprojeto reaparece novamente como “figura auxiliar que permite ordenar as atividades desenvolvidas com o objetivo de solucionar problemas específicos dentro de um projeto”.

Assim, os conceitos de projetos e de subprojetos mudaram de acordo com a sistemática de programação de pesquisa (Primeira Sistemática, Modelo Circular e SEP). Em nosso estudo, adotamos a menor figura na sistemática de pesquisa como objeto de análise. Devido ao fato de essa figura receber denominações diferentes de acordo com a sistemática vigente no período – subprojeto na primeira sistemática, projeto no modelo circular e subprojeto no SEP –, adotamos a palavra “pesquisa” para representar os projetos e subprojetos avaliados.

Em decorrência das mudanças dos conceitos de projeto e subprojeto, a análise das pesquisas, nesse estudo, foi realizada em três etapas, de acordo com as diferentes sistemáticas de planejamento adotadas pela Embrapa ao longo dos anos. A metodologia utilizada em cada uma das etapas foi a seguinte:

- a) *Primeira Sistemática de Planejamento (Pronapas de 1975 a 1980)* – nessa etapa, foram analisados os **subprojetos** de pesquisa dos Pronapas de 1978, 1979 e 1980, com exceção das áreas citadas anteriormente. Os subprojetos desenvolvidos nos Pronapas nos anos de 1975, 1976 e 1977 não foram analisados por não apresentarem a *descrição* dos subprojetos desenvolvidos, ou seja, por informarem apenas a *quantidade* dos subprojetos desenvolvidos. Os Anexos 01, 02, 03 e 04 apresentam o total de subprojetos realizados nos seus respectivos anos, de acordo com as diferentes classificações adotadas pela Embrapa nesse período;
- b) *Modelo Circular de Programação de Pesquisa (Pronapas de 1980 a 1993)* – nessa etapa, foram analisados os **projetos** de pesquisa por Programas Nacionais de Pesquisa (PNPs), dos Pronapas de 1980 a 1993 – com exceção do Pronapa 1991, que não foi publicado pela Embrapa. Os PNPs referentes a Aves, Caprinos, Gado de Corte, Gado de Leite, Suínos, Tecnologia Agroindustrial Alimentos, Saúde Animal, Diversificação

Agropecuária/Recursos Pesqueiros, Div. Agropec/Bubalinos, Div. Agropec/Equídeos, Div. Agropec/Ovinos Lanados, Div. Agropec/Ovinos Deslanados não foram analisados por não fazerem parte do nosso objeto de estudo. O número de projetos por Programa Nacional de Pesquisa (PNPs), pertencentes ao Modelo Circular, encontra-se nos Anexos 05 e 06;

- c) *Sistema Embrapa de Planejamento – SEP (Pronapas de 1994 a 2002)* – nessa etapa, foram analisados os **subprojetos** de pesquisa por Programas Nacionais de P&D, dos Pronapas de 1996 a 2002. Assim como ocorreu com os Pronapas dos anos de 1975, 1976 e 1977, os subprojetos desenvolvidos nos Pronapas nos anos de 1994 e 1995 não foram analisados por não apresentarem a *descrição* dos subprojetos desenvolvidos, ou seja, por informarem apenas a *quantidade* dos subprojetos desenvolvidos. No Pronapa 2002 foi analisado somente o Macroprograma de Transição, isto é, os subprojetos que compõem a programação corrente do Sistema Embrapa de Planejamento – SEP⁹¹. Além disso, os Programas Nacionais de P&D referentes a Sistema de produção animal; Colheita/extração, pós-colheita, transformação e preservação de produtos agrícolas; Intercâmbio e produção de informações em apoio às ações de pesquisa e desenvolvimento; Aperfeiçoamento e modernização intitucional dos sistemas estaduais de pesquisa agropecuária; Administração e desenvolvimento institucional; Transferência de tecnologia (Comunicação e negócio) não foram analisados por não fazerem parte do nosso objeto de estudo. Os Anexos 07 e 08 apresentam o número de projetos e subprojetos de pesquisa desenvolvidos nos Programas Nacionais de P&D pertencentes ao SEP.

Na sistemática de pesquisa atualmente adotada na Embrapa – o Sistema Embrapa de Gestão (SEG) –, as pesquisas não serão analisadas, pois esse modelo de pesquisa foi implantado recentemente, em 2002. Dessa forma, no SEG, apenas indicaremos as sinalizações emitidas pela Embrapa através de sua Agenda Institucional, mais precisamente, através da composição dos macroprogramas de pesquisa.

⁹¹ Os projetos de pesquisa pertencentes ao SEG (Sistema Embrapa de Gestão) não serão analisados. Na seção 4.5 indicaremos as sinalizações que estão sendo emitidas pela Embrapa nessa sistemática de pesquisa.

Os números de projetos/subprojetos de pesquisa coordenados pela Embrapa durante a Primeira Sistemática, Modelo Circular e SEP encontram-se na Tabela IV-01. É importante salientar que as pesquisas se repetem durante os anos em que as mesmas estão sendo realizadas. Em outras palavras, nos Pronapas encontram-se as pesquisas desenvolvidas naquele ano e não apenas as pesquisas inéditas, isto é, iniciadas naquele ano.

Em nosso estudo, não abordaremos a parte econômica das pesquisas analisadas, pois não existem dados disponíveis no Pronapa sobre a quantia de recursos destinada para cada pesquisa analisada. Dessa forma, apesar da grande importância dos valores econômicos destinados para cada linha de pesquisa, não faremos essa análise pela falta de dados.

O grande volume de pesquisas analisadas também inviabilizou resgatar o valor gasto em cada pesquisa, pois seria necessário um tempo muito longo para tentar executar tal tarefa. Além disso, as pesquisas desenvolvidas na primeira sistemática e no início do modelo circular não apresentavam uma identificação numérica, o que tornava praticamente impossível recuperar esses valores nas unidades da Embrapa e nas empresas estaduais de pesquisa.

No entanto, defendemos que a constatação do surgimento de novas frentes de pesquisa, bem como a análise da evolução dessas linhas de pesquisa, já fornece uma indicação de como a Embrapa incorporou a demanda por práticas agrícolas mais ecológicas.

Tabela IV-01– Número de pesquisas (projetos e subprojetos) coordenadas pela Embrapa por ano na Primeira Sistemática de Planejamento, no Modelo Circular e no SEP

Primeira Sistemática		Modelo Circular		SEP	
Ano	Nº subproj.	Ano	Nº proj.	Ano	Nº subproj.
1978	2.534	1981	2.530	1996	2.852
1979	2.648	1982	3.233	1997	2.700
1980	2.970	1983	3.569	1998	2.932
		1984	3.909	1999	3.168
		1985	4.046	2000	3.589
		1986	4.136	2001	3.556
		1987	4.123	2002*	3.888
		1988	4.298		
		1989	4.266		
		1990	4.322		
		1992	3.580		
		1993	3.201		

Fonte: Elaboração própria

* Foi analisado somente o macroprograma de transição.

Obs: O Pronapa 1991 não foi publicado pela Embrapa e os Pronapas 1994 e 1995 não apresentam os subprojetos desenvolvidos.

Para elucidar a metodologia de análise das pesquisas adotada nesse trabalho, retomaremos alguns conceitos apresentados no primeiro capítulo. Conforme discutimos anteriormente, a interpretação do processo de inovação na agricultura não pode ser realizada nem pelos enfoques que explicam a tecnologia como o resultado da superação das barreiras naturais que a agricultura impõe ao desenvolvimento do capitalismo no campo, nem em função da demanda pelo mercado ou da oferta pelos agentes geradores de tecnologia. Dessa forma, para compreendermos a dinâmica de inovações na agricultura, devemos observar os elementos de constituição das várias trajetórias tecnológicas envolvidas no processo.

No caso da agricultura em particular, devemos realizar um estudo minucioso das “áreas-problema”. Partindo do princípio de que o ecossistema agrícola é um organismo vivo, um determinado tipo de intervenção num ponto qualquer do sistema tende a provocar reações em cadeia. Essas reações sinalizam claramente as seqüências particulares de inovações a serem introduzidas. Dessa forma, a emergência das áreas-problema na produção agrícola e as respectivas soluções guiaram o curso das trajetórias tecnológicas.

Com base nesse enfoque, as pesquisas coordenadas pela Embrapa que estavam relacionadas ao nosso objetivo de estudo foram agrupadas em dez áreas-problema, e, dentro de cada uma delas, foram divididas em diferentes linhas de pesquisa.

As áreas-problema foram definidas em função de três elementos básicos: *i)* dos **problemas ambientais provocados pela monocultura**, *ii)* dos **novos problemas ambientais** que estão surgindo nos últimos anos; e *iii)* das **novas concepções de agricultura** que estão surgindo em decorrência da questão ambiental.

No que se refere aos problemas ambientais provocados pela monocultura, eles foram convertidos em áreas de interesse, tais como: *i)* áreas problemas de fitossanidade; *ii)* correção e fertilidade do solo; *iii)* sistema de cultivo; *iv)* melhoramento de plantas; *v)* biologia do solo; e *vi)* solos (manejo e conservação). Já em relação aos novos problemas ambientais, as áreas-problema envolvem questões relativas *i)* aos recursos hídricos; *ii)* à recuperação de áreas degradadas; e *iii)* ao monitoramento e avaliação ambiental. Finalmente, quanto às novas concepções de agricultura que estão surgindo em decorrência da questão ambiental, podem ser citados *i)* os novos hábitos dos consumidores; e *ii)* a conseqüente demanda por produtos de apelo ambiental.

As dez áreas-problema, com suas respectivas linhas de pesquisa identificadas em nosso estudo, são as seguintes:

1 – **Fitossanidade** (controle de pragas, doenças, nematóides, plantas daninhas e impactos ocasionados pelo uso de defensivos agrícolas).

Linhas de pesquisa:

- Controle químico;
- Controle biológico;
- Controle integrado;
- Avaliação de impacto ambiental pelo uso de controle biológico;
- Defensivos agrícolas naturais (extratos de plantas);
- Avaliação de resíduos, efeitos toxicológicos e impactos ambientais ocasionados por defensivos agrícolas.

2 – Correção e fertilidade do solo

Linhas de pesquisa:

- Calagem
- Gesso agrícola;
- Adubação química;
- Adubação orgânica (incluindo adubação verde);
- Fertilizantes alternativos.

3 – Sistemas de cultivo

Linhas de pesquisa:

- Rotação e sucessão de culturas;
- Sistema de plantio em consórcio;
- Sistema de plantio em monocultura;
- Época, espaçamento e densidade semeadura.

4 – Melhoramento de plantas

Linhas de pesquisa:

- Ensaio e avaliação de cultivares;
- Seleção de plantas que não apresentam restrições pedo-climáticas especiais;
- Seleção de plantas que apresentam restrições pedo-climáticas especiais;
- Seleção de plantas resistentes a pragas, doenças e nematóides;
- Organismos Geneticamente Modificados (transgênicos);
- Avaliação de impacto ambiental de Organismos Geneticamente Modificados;
- Banco de germoplasma (caracterização, avaliação e conservação).

5 –Biologia do solo

Linhas de pesquisa:

- Atividade microbiológica do solo;
- Efeito de práticas culturais na microbiologia do solo;
- Fixação biológica de nitrogênio em leguminosas;
- Fixação biológica de nitrogênio em gramíneas;
- Fungos micorrizicos.

6 – Solos (manejo e conservação)

Linhas de pesquisa:

- Levantamento, caracterização e classificação dos solos;
- Fertilidade do solo;
- Propriedades físicas e químicas do solo;
- Matéria orgânica do solo;
- Compactação do solo;
- Erosão do solo (perda de solo e água);
- Práticas de conservação do solo;
- Plantio direto.

7 – Recursos hídricos

Linhas de pesquisa:

- Caracterização dos recursos hídricos;
- Contaminação da água e dos peixes com mercúrio.

8 – Recuperação de áreas degradadas

Linhas de pesquisa:

- Levantamento, manejo, recuperação dos solos e de áreas degradadas;
- Recuperação de matas galerias e ciliares;
- Preservação da Mata Atlântica.

9 – Monitoramento e avaliação ambiental

Linhas de pesquisa:

- Agricultura sustentável;
- Indicadores e diagnóstico de sustentabilidade;
- Avaliação, monitoramento e indicadores de impacto ambiental;
- Planejamento e gestão ambiental;
- Educação ambiental;
- Estudo e levantamento dos gases do efeito estufa e balanço de carbono e nitrogênio.

10 – Outras concepções de agricultura

Linhas de pesquisa:

- Agricultura alternativa;
- Agricultura de precisão;
- Sistemas agroflorestais.

A metodologia utilizada para a classificação das pesquisas conduzidas pela Embrapa nas diversas áreas-problema e linhas de pesquisa encontra-se no Anexo 13.

Após analisarmos a trajetória das linhas de pesquisa dentro de cada área-problema, elas foram agrupadas em diferentes eixos de pesquisa de acordo com o enfoque ambiental. Os eixos de pesquisa compreendem as:

- i) *pesquisas convencionais* – pesquisas que seguiram o padrão agrícola moderno (padrão produtivista), caracterizado essencialmente pelo uso de insumos químicos, sementes melhoradas, mecanização agrícola e cultivo em monocultura;
- ii) *pesquisas de tecnologias intermediárias ou amenas* – pesquisas com o objetivo de reduzir o custo de produção do “pacote tecnológico convencional” e amenizar os impactos ambientais, como por exemplo, o manejo integrado de pragas, o controle biológico e o plantio direto;
- iii) *pesquisas revolucionárias*, compreendida pela agricultura alternativa, e suas variantes, que implicam uma mudança radical do sistema de produção convencional, como por exemplo, a agricultura orgânica e os sistemas agroflorestais;
- iv) *pesquisas de alta tecnologia* – utilizam de alta tecnologia para aumentar a produtividade e diminuir os impactos ambientais, compreende a biotecnologia moderna e a microeletrônica. Como exemplo de práticas agrícolas, podemos citar a agricultura de precisão e OGMs;
- v) *pesquisas conservacionistas* – pesquisas preocupadas com a preservação e recuperação dos recursos naturais, como por exemplo, a recuperação de áreas degradadas e a caracterização dos recursos hídricos; e
- vi) *pesquisas instrumentais* – compreende a identificação, quantificação e qualificação de impactos ambientais; instrumentos de certificação ambiental; e monitoramento

ambiental, como por exemplo, a avaliação de impacto ambiental (AIA), selo orgânico, etc.

Na próxima seção analisaremos a evolução das linhas de pesquisa dentro de cada uma das áreas-problema. Na seção subsequente, apresentaremos o desenvolvimento dos eixos de pesquisas conforme o foco ambiental.

4.3 – A Trajetória das Linhas de Pesquisa nas Áreas-problema

A partir de agora, analisaremos a evolução das linhas de pesquisa, coordenadas pela Embrapa, dentro de cada uma das dez áreas-problema, identificadas em nosso estudo.

4.3.1 – Área-problema de Fitossanidade

A área-problema de Fitossanidade, nesse estudo, compreende as pesquisas desenvolvidas para o estudo da biologia e controle de pragas, doenças, nematóides e plantas daninhas, além das pesquisas referentes à avaliação de resíduos, efeitos toxicológicos e impactos ambientais ocasionados pelo uso de defensivos agrícolas.

Conforme podemos perceber na Tabela IV-02, as pesquisas concentraram-se principalmente no estudo e controle de pragas (42,4%) e de doenças (37,6%). O enfoque da pesquisa nessas duas áreas deve-se principalmente ao enorme prejuízo ocasionado nas culturas pelo ataque de pragas e infestação de doenças. De acordo com estimativas da FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), as perdas provocadas por pragas e doenças, nas diversas culturas, são avaliadas em cerca de 30% da produção agrícola mundial.

As pesquisas com plantas daninhas concentraram 11,8% das pesquisas realizadas. Os estudos nessa área foram maiores nos primeiros anos e decresceram ao longo dos anos. Já as pesquisas com nematóides centralizaram apenas 4,5% dos estudos.

A avaliação de resíduos, efeitos toxicológicos e impactos ambientais ocasionados pelo uso de defensivos agrícolas representaram apenas 3,7% das pesquisas efetuadas durante

todo o período. Felizmente, esses estudos apresentaram um crescimento expressivo nos últimos anos, ou seja, durante a vigência do SEP.

Tabela IV-02 – Número de pesquisas desenvolvidas com a temática principal referente a plantas daninhas, pragas, doenças, nematóides e defensivos agrícolas de 1978 a 2002

	Ano	P. Daninhas		Pragas		Doenças		Nematóides		Defensivos		Total	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1ª Sistemática	1978	54	18,2	92	31,0	128	43,1	19	6,4	4	1,3	297	100
	1979	60	18,4	126	38,7	125	38,3	11	3,4	4	1,2	326	100
	1980	65	18,7	118	33,9	143	41,1	18	5,2	4	1,1	348	100
	Parcial	179	18,4	336	34,6	396	40,8	48	4,9	12	1,2	971	100
Modelo Circular	1981	54	13,7	143	36,2	172	43,5	25	6,3	1	0,3	395	100
	1982	70	14,1	187	37,6	213	42,9	26	5,2	1	0,2	497	100
	1983	83	15,3	209	38,6	225	41,5	22	4,1	3	0,6	542	100
	1984	85	14,5	262	44,6	221	37,6	17	2,9	3	0,5	588	100
	1985	70	12,5	251	44,8	211	37,7	15	2,7	13	2,3	560	100
	1986	59	11,2	249	47,2	185	35,0	17	3,2	18	3,4	528	100
	1987	51	9,8	240	46,1	185	35,5	20	3,8	25	4,8	521	100
	1988	45	9,0	228	45,5	178	35,5	18	3,6	32	6,4	501	100
	1989	49	10,3	224	46,9	165	34,5	14	2,9	26	5,4	478	100
	1990	49	10,4	229	48,6	159	33,8	14	3,0	20	4,2	471	100
	1992	39	9,9	186	47,1	130	32,9	19	4,8	21	5,3	395	100
	1993	33	10,2	155	47,7	107	32,9	15	4,6	15	4,6	325	100
	Parcial	687	11,8	2563	44,2	2151	37,1	222	3,8	178	3,1	5801	100
SEP	1996	34	11,3	134	44,4	102	33,8	12	4,0	20	6,6	302	100
	1997	29	10,9	110	41,5	96	36,2	13	4,9	17	6,4	265	100
	1998	24	10,2	93	39,6	89	37,9	14	6,0	15	6,4	235	100
	1999	21	7,3	116	40,4	121	42,2	15	5,2	14	4,9	287	100
	2000	22	6,8	126	38,8	130	40	22	6,8	25	7,7	325	100
	2001	24	6,7	144	40	137	38,1	27	7,5	28	7,8	360	100
	2002	21	7,1	129	43,9	98	33,3	27	9,2	19	6,5	294	100
	Parcial	175	8,5	852	41,2	773	37,4	130	6,3	138	6,7	2068	100
Total		1.041	11,8	3.751	42,4	3320	37,6	400	4,5	328	3,7	8.840	100

Fonte: Dados da pesquisa

A partir de agora, aprofundaremos nossas análises em cada uma das cinco áreas – plantas daninhas, pragas, doenças, nematóides e defensivos agrícolas –, com o intuito de verificar como foi a evolução das linhas de pesquisa em cada uma delas.

4.3.1.1 – Pragas

As pesquisas desenvolvidas com práticas agrícolas mais ecológicas para o controle de pragas, isto é, na área de controle integrado e biológico, foram iniciadas pela Embrapa em 1978. Os centros pioneiros nesses estudos foram o Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), em Londrina/PR e o Centro Nacional de Pesquisa do Trigo (CNPT) em Passo Fundo/RS.

Nesse período, o CNPSo começou a desenvolver um inseticida biológico à base de um vírus (*Baculovirus anticarsia*) que ataca a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*). Esse vírus é específico da lagarta-da-soja, e ocorre naturalmente nas populações desse inseto. Devido ao fato de ser altamente específico, tal vírus não apresenta, portanto, riscos nem para a saúde humana, nem para outros organismos (vertebrados e invertebrados), e nem ao meio ambiente (solo e água). Em seguida, o centro iniciou diversos estudos com controle biológico, como o controle de percevejos da soja, através do uso de parasitóides de ovos (*Trissolcus basal*).

O *Baculovirus* passou a ser comercializado na safra 1982/83. Atualmente, é utilizado em mais de um milhão de hectares, perfazendo uma economia anual de 1,4 milhão de litros de inseticidas químicos (Embrapa, 2002c). De acordo com Embrapa, esse é o maior programa mundial em área tratada com um único agente de controle biológico.

O CNPT, por sua vez, também iniciou os trabalhos nessa área em 1978, com o apoio da FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação) e da Universidade da Califórnia. O projeto consistia em importar inimigos naturais para controlar as principais espécies de pulgões que atacavam o trigo no Brasil (*Metopolophium dirhodum*, *Schizaphis graminum*, *Sitobion avenae*, *Rhopalosiphum padi* e *R. rufiabdominale*). Ao todo, foram importados 14 parasitóides e 2 predadores (Parra, 2000). Várias das espécies de parasitóides importadas se adaptaram às condições climáticas do Rio Grande do Sul, onde eles foram inicialmente multiplicados nos laboratórios do CNPT e liberados no campo.

Os resultados obtidos com o programa foram muito significativos. Em 1977, antes do início do programa, cerca de 99% das lavouras de Trigo no Rio Grande do Sul recebiam uma média de duas aplicações de inseticidas para o controle do pulgão. Com a introdução dos parasitóides, a partir de 1978, a necessidade de aplicação de produtos químicos contra estes

insetos foi gradativamente decrescendo. A partir de 1981, apenas 5% das lavouras necessitavam de controle químico para o pulgão (Moscardi, 1984).

Posteriormente, a Embrapa e outras instituições de pesquisa desenvolveram vários estudos que resultaram no desenvolvimento de agentes para o controle biológico da cigarrinha e da broca da cana-de-açúcar, da lagarta do cartucho-do-milho, da cigarrinha-das-pastagens, da vespa-da-madeira e da mosca-da-renda da seringueira, entre outras.

Além das pesquisas com controle biológico, a Embrapa desenvolveu pesquisas na área de manejo integrado de pragas. Essas pesquisas visam a utilização mais criteriosa dos produtos químicos de forma a respeitar a seletividade aos inimigos naturais das pragas, bem como a sua utilização apenas a partir de determinados níveis de ataque, denominados de níveis de danos econômicos.

Na análise dos projetos/subprojetos na área de pragas, identificamos as seguintes linhas de pesquisa:

- *Controle biológico* – pesquisas que visavam controlar as pragas através da utilização de outros organismos, como parasitóides, predadores e patógenos;
- *Avaliação de Impacto Ambiental da utilização de controle biológico* – pesquisas realizadas com o objetivo de avaliar o impacto ambiental provocado pela utilização da técnica de controle biológico de pragas;
- *Controle integrado* – pesquisas que visavam a integração de diversos métodos de controle de pragas, como amostragem da praga e de seus inimigos naturais antes de efetuar o controle químico, uso de agrotóxicos seletivos e/ou baixa toxicidade aos inimigos naturais, utilização de ferormônios, etc;
- *Controle cultural* – pesquisas realizadas com diversas práticas agronômicas com o objetivo de reduzir o grau de infestação da praga e conseqüentemente os danos às culturas, como por exemplo, época de plantio, uso de plantas armadilhas, incorporar restos de cultura, etc;
- *Controle químico exclusivo* – pesquisas relacionadas à aplicação exclusiva de defensivos agrícolas para o controle de pragas, sem levar em consideração os efeitos sobre os inimigos naturais das pragas;

- *Inseticidas naturais* – pesquisas realizadas com toxinas naturais, como por exemplo, extratos de plantas para o controle de pragas;
- *Biologia, níveis de danos e levantamento das pragas* – pesquisas realizadas com o objetivo de conhecer a biologia da praga (reprodução, hábitos, ciclo de vida, etc), níveis de danos provocados nas plantas, dinâmicas populacionais, entre outras. O conhecimento detalhado do ciclo biológico das pragas, seu comportamento e suas relações com o meio ambiente adquire um papel importante para a realização de um controle eficiente;
- *Controle (sem especificação)* – em algumas pesquisas, principalmente as realizadas durante a primeira sistemática, não foi possível identificar com segurança no Pronapa qual a linha de pesquisa do projeto/subprojeto analisado. Apesar de essas pesquisas apresentarem fortes evidências de serem sobre controle químico, optamos por agrupá-las nessa categoria – pesquisas de controle de pragas sem especificação.

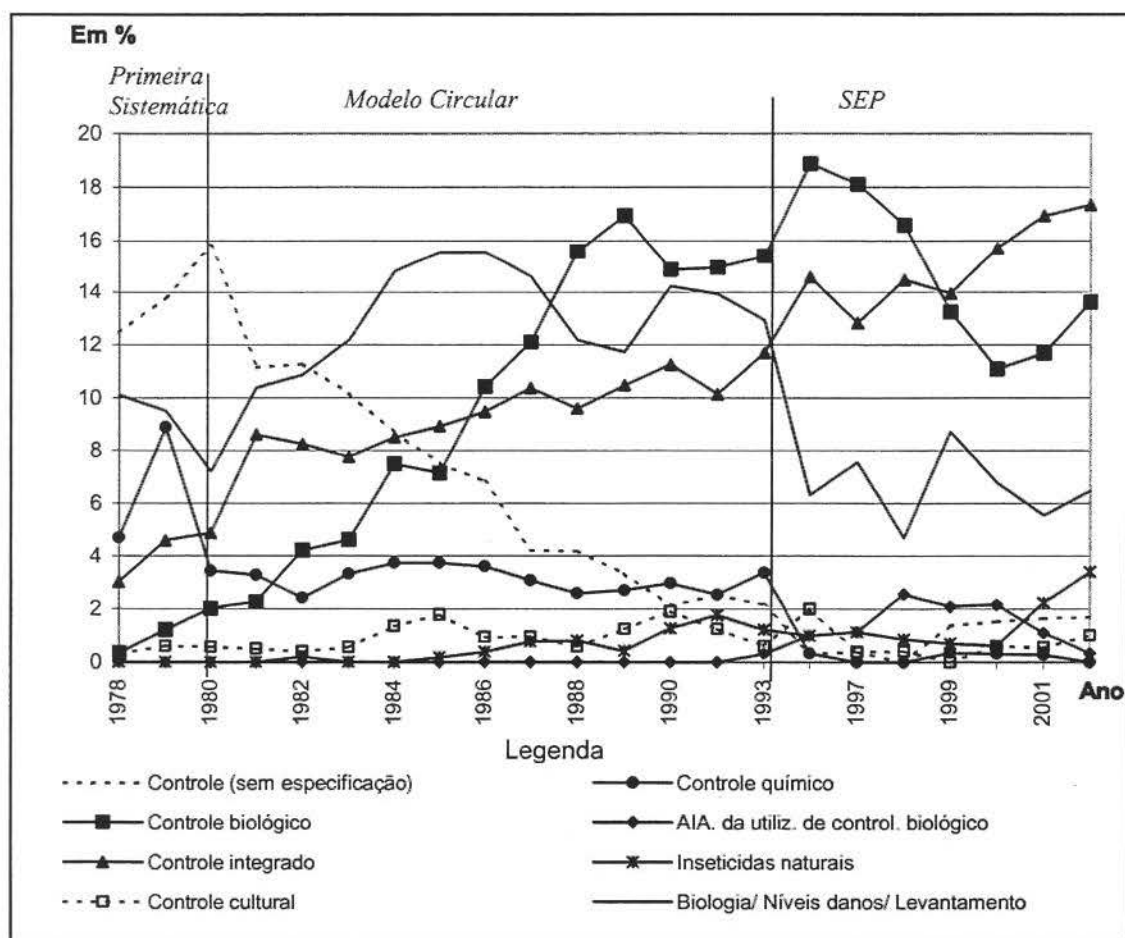
A evolução das linhas de pesquisa coordenadas pela Embrapa referentes às pragas encontra-se na Figura IV-01.

A Figura IV-01 apresenta nitidamente as mudanças na trajetória da pesquisa relacionadas ao controle de pragas. Ao longo dos anos, os estudos com controle integrado e biológico ganharam espaço na agenda de pesquisa, ao passo que os estudos com controle exclusivamente químico entraram em declínio.

Em 1978, as pesquisas com controle biológico de pragas representavam apenas 0,3% das pesquisas realizadas na área-problema de Fitossanidade. Os estudos foram aumentando lentamente até 1981, quando atingiram 2,1%. A partir dessa data, as pesquisas nessa área começaram a crescer num ritmo mais acentuado. Em 1985, as pesquisas já atingiam 7,1%. Já as pesquisas com controle integrado de pragas apresentaram um crescimento elevado no período de 1978 a 1981, passando de 3% para 8,6%, respectivamente. De 1982 a 1985, as pesquisas permaneceram praticamente constantes, em torno de 8,5%.

O crescimento dessas duas linhas de pesquisa, no começo da década de 1980, foi em decorrência principalmente da necessidade de redução de custos na agricultura. Nesse período, os insumos agrícolas apresentaram uma elevação dos preços devido à crise do petróleo na década de 1970. Além disso, o Governo Federal começou a reduzir os subsídios agrícolas para

os agricultores. Devido à redução dos subsídios, os agricultores foram ainda mais prejudicados economicamente pelos efeitos da alta dos insumos agrícolas.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura IV-01 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes a pragas agrícolas, abrangendo estudos da biologia da praga, níveis de danos, levantamento e os métodos de controle

Na tentativa de contornar os problemas ocasionados pela alta dos insumos, o Governo Federal, através do CNPq, implantou, em 1981, o Programa de Tecnologias Pouadoras de Insumos.⁹² A meta principal do programa era desenvolver tecnologias

⁹² Nesse programa, as tecnologias pouadoras de insumos agrícolas foram definidas como sendo: “aquelas que busquem mobilizar harmonicamente todos os recursos disponíveis na unidade de produção, que reciclem os nutrientes e maximizem o uso de insumos orgânicos gerados na unidade de produção, que reduzam o impacto ambiental e a poluição, que controlem a erosão, que usem máquinas que humanizem o trabalho e sejam compatíveis com a realidade onde vão operar, que aumentem a produtividade da mão-de-obra, da terra e do

alternativas poupadoras de insumos modernos, maquinarias, energia e capital. Apesar da redução do impacto ambiental fazer parte dos objetivos do programa, esse não era o seu objetivo principal.⁹³

Dessa forma, a demanda por pesquisas na área de controle biológico e de manejo integrado de pragas foi decorrente da necessidade de reduzir o consumo de insumos agrícolas, ou seja, o direcionamento da pesquisa nessas duas linhas de pesquisa foi devido a fatores econômicos e não ambientais. Nesse sentido, os benefícios ambientais gerados por essas pesquisas surgiram como uma externalidade positiva das pesquisas direcionadas para a redução do consumo de insumos agrícolas.

A partir de 1985, os problemas ambientais advindos do uso intensivo dos agroquímicos começaram a se agravar. Entre esses problemas ambientais, destacam-se a resistência das pragas aos produtos existentes no mercado, o surgimento de pragas secundárias devido ao desequilíbrio ecológico nas lavouras, e a contaminação dos alimentos, do meio ambiente e do próprio homem pelos defensivos químicos. O agravamento dos impactos ambientais contribuiu para aumentar a demanda dos consumidores por produtos agrícolas mais saudáveis e com menor dano ao meio ambiente. Esses fatores motivaram a existência de mais estudos nas linhas de pesquisas mais ecológicas, como o controle biológico e o manejo integrado de pragas.

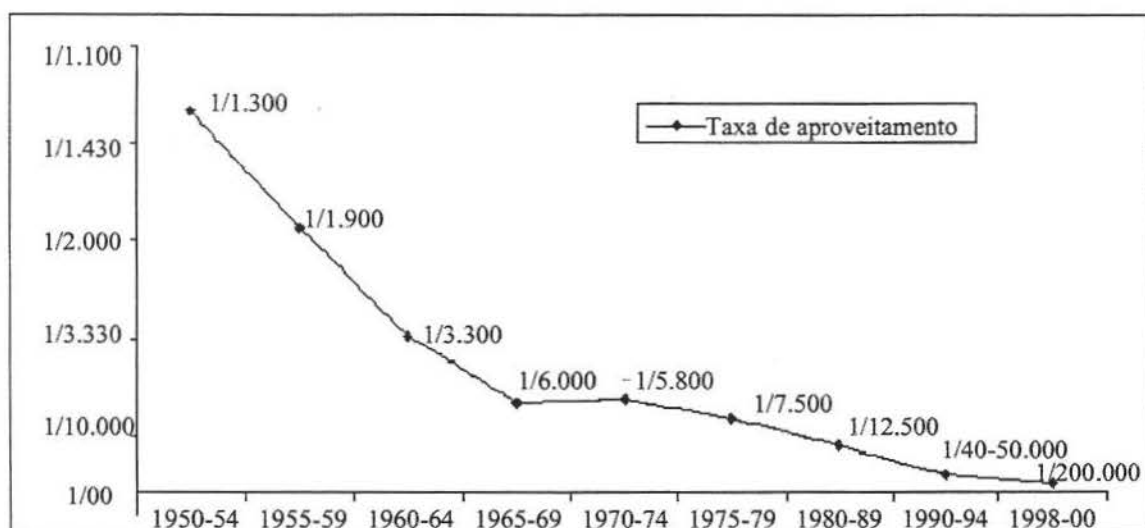
Dessa forma, nesse momento, a demanda por pesquisas direcionadas para o controle biológico e o manejo integrado de pragas não foi mais por causa da redução dos custos de insumos, mas sim devidos aos problemas ambientais gerados pelo controle químico de pragas.

capital, que minimizem a dependência de "know-how", insumos e energia, que busquem a otimização do balanço energético da produção, que produzam alimentos de alta qualidade biológica em escala para suprir as necessidades internas e gerar excedentes exportáveis" (Costa, 1984 : 78-9).

⁹³ O Programa de Tecnologias Poupadoras de Insumos foi desenvolvido para responder a um dos objetivos presentes no III PBDCT (Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Esse plano foi elaborado pelo governo para o quinquênio 1980 – 1985. Nesse período, o governo reconheceu que as prioridades deviam ser direcionadas no sentido da elaboração de um novo modelo de agricultura tropical para o Brasil. Tal modelo deveria incorporar os seguintes elementos: i) tecnologias alternativas e poupadoras de insumos, maquinarias, energia e capital; ii) alta produtividade, em função dos recursos naturais disponíveis e abundantes no país (recursos minerais, orgânicos, energéticos e humanos); iii) atenção redobrada com a saúde, o bem-estar do homem, com a conservação da natureza e dos recursos naturais da produção agrícola (solo, água, plantas e animais); iv) maior equilíbrio das suas três tendências (exportação, energia e abastecimento interno); v) especificações para os pequenos e médios agricultores; e, por fim, vi) uma tecnologia eminentemente nacional, sem a influência desenvolvimentista dos países temperados, e que possa conciliar os fatores ecológicos dos agroecossistemas brasileiros com a realidade sócio-econômica do país (Paschoal, 1983).

Além dos problemas ambientais, as pesquisas em busca de novas moléculas químicas entraram em declínio nesse período, o que também acabou contribuindo para o avanço de técnicas alternativas ao controle químico de pragas. Os problemas advindos do uso intensivo dos agroquímicos, que acabamos de mencionar, resultaram em uma rápida depreciação dos produtos no mercado, requerendo, por parte das empresas, maiores esforços para o desenvolvimento de novos produtos. No entanto, desenvolver novos ingredientes ativos tornou-se cada vez mais difícil, em função do aumento dos custos de pesquisa e dos obstáculos colocados pelas novas regulações ambientais, que se tornaram mais rigorosas nesse período (Joly & Lemarie, 2002 apud Albergoni & Pelaez, 2004).

O aumento dos custos de pesquisa para o desenvolvimento de novos ingredientes ativos pode ser percebido na Figura IV-02. No final da década de 1950, a taxa de aproveitamento de substâncias testadas anualmente era de 1 para 1.900. Na década de 1980, essa taxa caiu de 1 para 12.500. Já no final da década de 1990, o número de substâncias testadas para cada ingrediente ativo colocado no mercado era mais de cem vezes maior que em 1950 (Albergoni & Pelaez, 2004).



Fonte: Albergoni & Pelaez, 2004.

Figura IV-02 – Taxa de aproveitamento de substâncias testadas para cada ingrediente ativo colocado no mercado

Em virtude dos fatos que acabamos de apresentar, as pesquisas com controle biológico e manejo integrado de pragas na Embrapa ganharam um grande impulso a partir de 1985. Em 1989, as pesquisas com controle biológico atingiram 16,9%, e, em 1996, isto é, durante a vigência do SEP, atingiram o pico de 18,9%. A partir desse ano, as pesquisas com controle biológico apresentaram uma redução, chegando a apenas 13,6% em 2002. A redução das pesquisas com controle biológico nos últimos anos do SEP deve-se em parte, ao redirecionamento dos estudos para linha de pesquisa em controle integrado de pragas. As pesquisas com manejo integrado de pragas passaram de 14,6% em 1996 para 17,3% em 2002.

A partir de 1985, começaram também a serem realizadas na Embrapa as pesquisas com inseticidas naturais⁹⁴. Essas pesquisas foram aumentando gradativamente até 1992, quando atingiram 1,8%. A partir desse ano, as pesquisas reduziram lentamente até 2000 (0,6%). A partir desse ano, as pesquisas ganharam um novo impulso atingindo 3,4% em 2002. O avanço dessa linha de pesquisa, a partir de 1985, também foi um reflexo da preocupação da Embrapa em desenvolver linhas de pesquisa menos agressivas ao meio ambiente.

Já as pesquisas com controle químico, conforme mencionamos anteriormente, apresentaram uma redução ao longo dos anos. Essa queda foi gradativa até o final do modelo circular. No entanto, durante o SEP as pesquisas com controle químico exclusivo foram reduzidas drasticamente, chegando a não apresentar pesquisas nessa linha em alguns anos, como em 1997, 1998 e 2002.

Em 1993, começaram a ser realizadas na Embrapa, pesquisas com o objetivo principal de avaliar o impacto ambiental do controle biológico de pragas. Essas pesquisas foram aumentando até 1998 quando alcançaram 2,6%. Elas permaneceram praticamente instáveis até 2000 (2,2%). A partir desse ano, apresentaram uma redução acentuada, chegando em 2002 com apenas 0,3%.⁹⁵

As pesquisas com controle cultural e biologia/níveis de danos/levantamento de pragas oscilaram bastante durante todo o período. De uma maneira geral, as pesquisas com controle cultural permaneceram com aproximadamente 0,5% dos estudos na área de fitossanidade até 1993. Em 1984, as pesquisas começaram a subir alcançando 1,8% em 1985. A partir desse ano, as pesquisas reduziram ficando próximo a 1,2% até 1992, com exceção do

⁹⁴ Em 1982, foi realizada uma pesquisa na Embrapa com inseticida natural. No entanto, esta foi uma pesquisa pontual, ou seja, não houve uma sequência nos estudos.

⁹⁵ A Avaliação de Impacto Ambiental na Embrapa será discutida com maior ênfase na seção 4.3.9.

ano de 1990 que apresentou um pico de 1,9%. Durante o SEP, as pesquisas com controle cultural reduziram ficando em torno de 0,5%. Essa redução deve-se ao avanço das pesquisas com controle biológico e ao manejo integrado de pragas.

Os estudos sobre biologia/níveis de danos/levantamento de pragas, por sua vez, apresentaram um crescimento no início do Modelo Circular até 1986 quando atingiu 15,5%. A partir desse ano, os estudos reduziram ficando em torno de 13% até 1993. Com a introdução do SEP, os estudos foram reduzidos para 6,5%. Essa redução também se deve ao avanço das pesquisas com controle biológico e manejo integrado de pragas durante o SEP.

Em suma, o avanço das linhas de pesquisas com controle biológico e manejo integrado de pragas podem ser divididas em dois momentos. Num primeiro momento, a evolução das pesquisas foi devido à necessidade de reduzir os custos com os insumos agrícolas. No segundo momento, o agravamento dos problemas ambientais provocados pelos inseticidas químicos, o esgotamento da trajetória da indústria de defensivos químicos e a demanda crescente por práticas agrícolas mais ecológicas foram os fatores responsáveis pelo avanço das linhas de pesquisas em controle biológico e manejo integrado de pragas. Ao longo dos anos, o controle biológico e o manejo integrado de pragas passaram a ser as principais linhas de pesquisa na área de pragas na Embrapa, em detrimento das pesquisas com controle químico exclusivo. Outra linha de pesquisa que merece destaque se refere às pesquisas com inseticidas naturais. Essas pesquisas começaram a serem desenvolvidas a partir de 1985 como forma alternativa de atender a demanda por tecnologias menos agressivas ao meio ambiente.

4.3.1.2 – Doenças, Nematóides e Plantas Daninhas

Nessa seção, analisaremos os projetos/subprojetos de pesquisa coordenados pela Embrapa na área de doenças, nematóides e plantas daninhas. Optamos por uma análise conjunta em virtude de a trajetória das pesquisas dessas três áreas terem apresentado um percurso semelhante.

Na análise dos projetos/subprojetos na área de doenças, nematóides e plantas daninhas, identificamos as seguintes linhas de pesquisa:

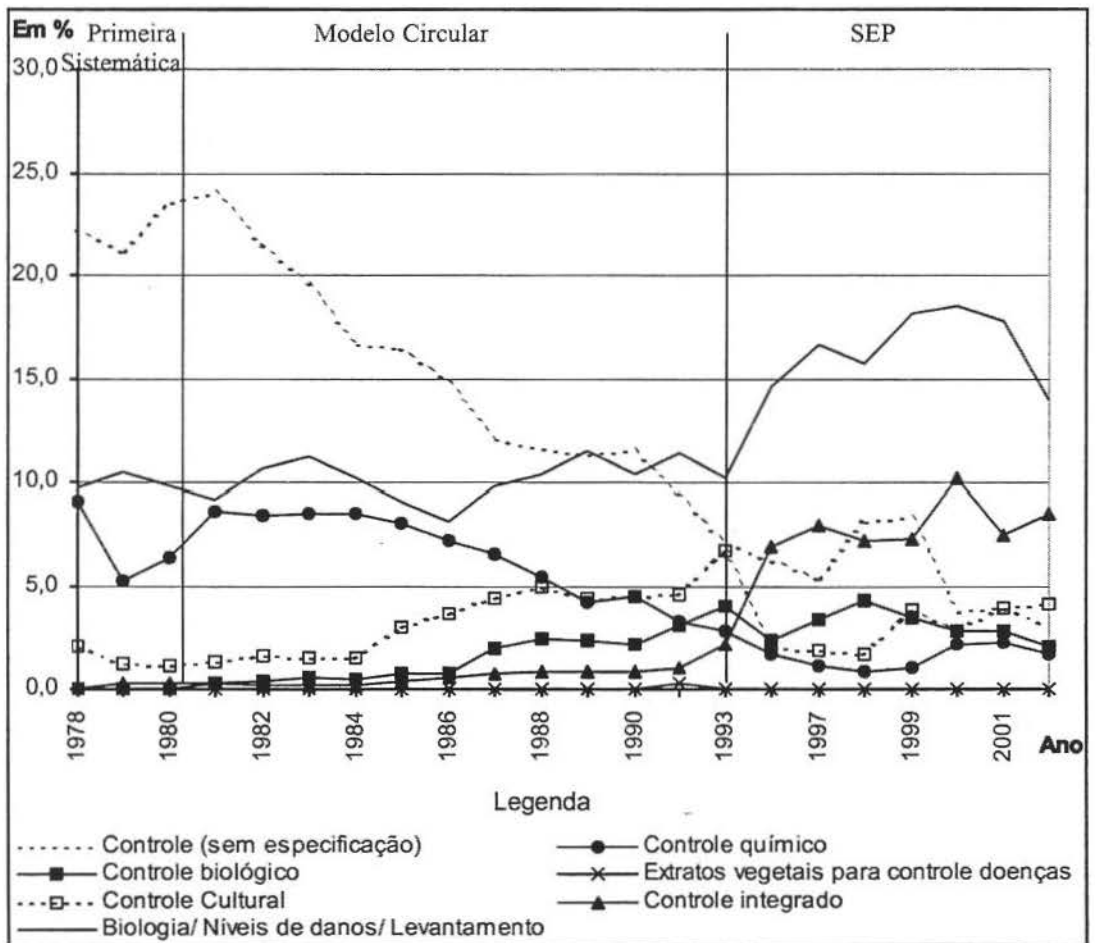
- *Controle biológico* – pesquisas que visavam controlar os patógenos (doenças), nematóides e plantas daninhas através da utilização de organismos vivos;
- *Controle integrado* – pesquisas que visavam a integração de diversos métodos para o controle de doenças, nematóides e plantas daninhas;
- *Controle cultural* – pesquisas realizadas com diversas práticas agronômicas com o objetivo de reduzir o grau de infestação do patógeno, nematóide e plantas daninhas e conseqüentemente os danos às culturas;
- *Controle químico exclusivo* – pesquisas relacionadas à aplicação exclusiva de defensivos agrícolas para o controle dos patógenos, nematóides e plantas daninhas;
- *Extratos vegetais* – pesquisas realizadas com produtos naturais (toxinas), como por exemplo, extratos de plantas para controle do patógeno e nematóides;
- *Controle mecânico* – controle das plantas daninhas através de procedimentos mecânicos como, por exemplo, capina manual, roçadeira, cultivador, entre outros métodos.
- *Biologia, níveis de danos e levantamento* – pesquisas realizadas com o objetivo de conhecer a biologia do patógeno, nematóides e plantas daninhas, e os níveis de danos provocados na cultura. O conhecimento do seu ciclo biológico e suas relações com o meio ambiente adquire um papel importante para a realização de um controle eficiente;
- *Controle (sem especificação)* – em algumas pesquisas, principalmente as realizadas durante a primeira sistemática, não foi possível identificar com segurança no Pronapa qual a linha de pesquisa do projeto/subprojeto analisado. Apesar de essas pesquisas apresentarem fortes evidências de serem sobre controle químico, optamos por agrupá-las nessa categoria – pesquisas de controle sem especificação.

A evolução das linhas de pesquisa coordenadas pela Embrapa referentes à área de doenças, nematóides e plantas daninhas encontra-se, respectivamente, nas Figuras IV-03, IV-04 e IV-05.

Analisando as Figuras IV-03, IV-04 e IV-05, podemos perceber que, nos últimos anos, houve um direcionamento dos estudos para as linhas de pesquisa de manejo integrado nas três áreas analisadas. Até 1992, na área de doenças, as pesquisas com controle integrado não passaram de 1% do total das pesquisas realizadas na área-problema de Fitossanidade.

Somente a partir de 1996, durante a vigência do SEP, é que as pesquisas subiram para mais de 7%, chegando a atingir 10,2% em 2000.

Na área de nematóides, a trajetória das pesquisas com manejo integrado não foi diferente da área de doenças. Até 1992, os estudos com manejo integrado de nematóides não passaram de 0,3% das pesquisas realizadas em Fitossanidade. No período do SEP as pesquisas com manejo integrado ganharam espaço, chegando a atingir o pico de 2,1% das pesquisas em 1999.

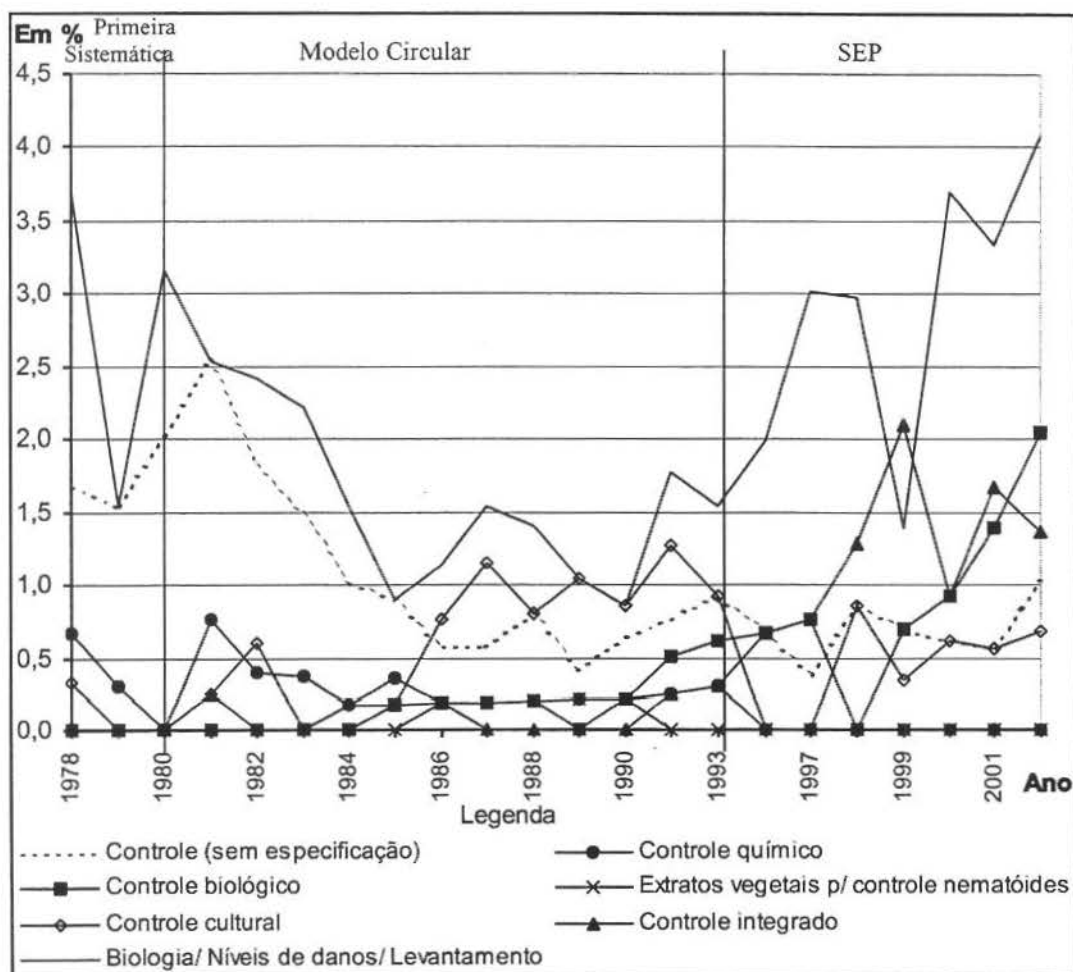


Fonte: Dados da pesquisa

Figura IV-03 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes a doenças das plantas, abrangendo estudos da biologia do patógeno, níveis de danos, levantamento e os métodos de controle

O manejo integrado de plantas daninhas também apresentou uma trajetória semelhante às duas áreas anteriores, ou seja, apresentou um crescimento expressivo apenas

durante a vigência do SEP. Até 1993, as pesquisas com manejo integrado de plantas daninhas não ultrapassaram 0,6% das pesquisas realizadas em fitossanidade. A partir dessa data, as pesquisas atingiram em média 2%.

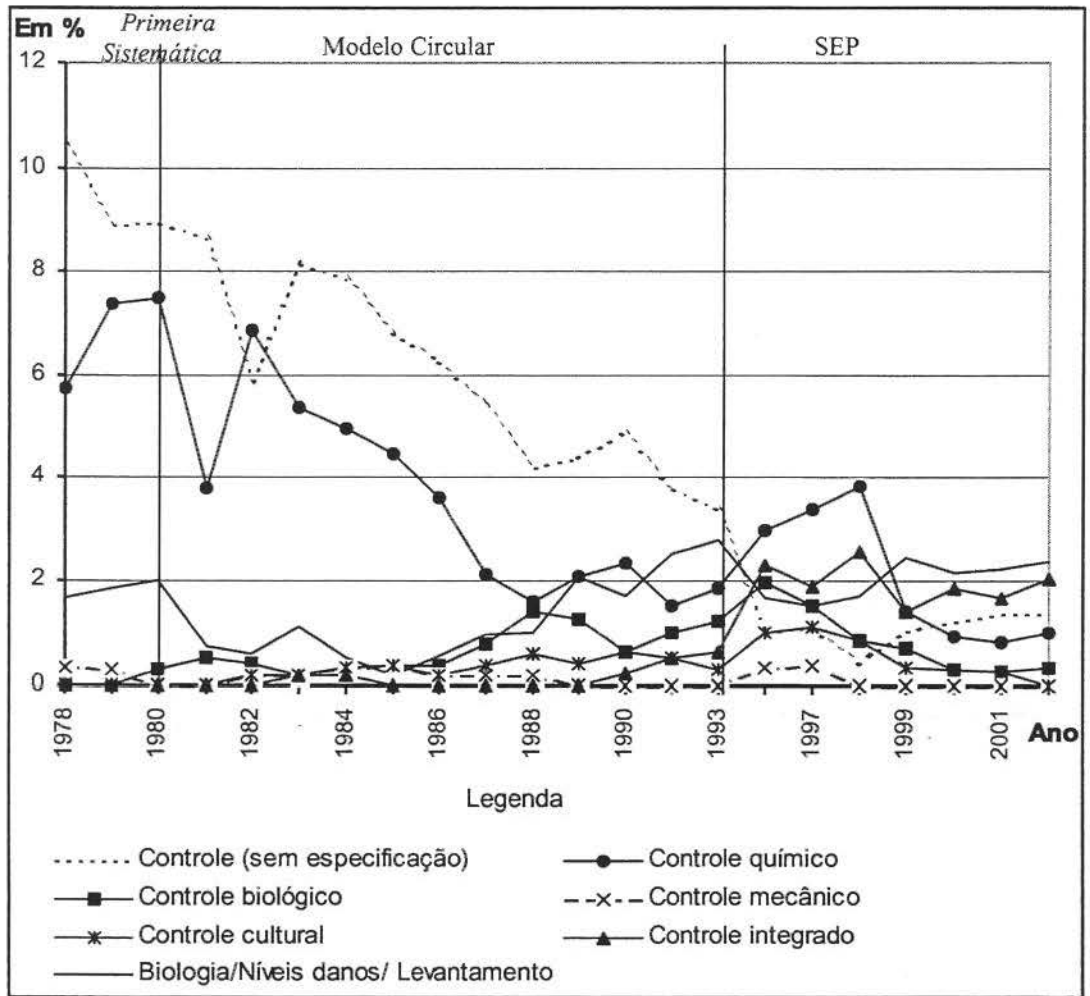


Fonte: Dados da pesquisa

Figura IV-04 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes a nematóides, abrangendo estudos da biologia do nematóide, níveis de danos, levantamento e os métodos de controle

O aumento das pesquisas com manejo integrado, durante o SEP, refletiu uma preocupação da Embrapa com o mercado, que está cada vez mais exigente com relação à qualidade dos produtos agrícolas. No caso dos produtos voltados para a exportação, a empresa procurou não só atender os mercados mais exigentes, mas também evitar o recurso, utilizado por alguns países importadores, de fazer uso de padrões ambientais como instrumento

protecionista, ou seja, como barreira comercial não tarifária. A opção pela linha de manejo integrado deve-se, principalmente, às dificuldades técnicas de se utilizar o controle biológico nessas três áreas – doenças, nematóides e plantas daninhas.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura IV-05 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes a plantas daninhas, abrangendo estudos da biologia das ervas daninhas, níveis de danos, levantamento e os métodos de controle

Na linha de controle biológico, a trajetória das pesquisas não apresentou um percurso tão bem definido como na linha de manejo integrado. Na área de doenças, por exemplo, as pesquisas apresentaram um aumento expressivo durante a segunda metade do modelo circular. Em 1986, as pesquisas com controle biológico eram apenas 0,8% das pesquisas em

Fitossanidade. No ano seguinte, subiram para 1,9%; e, em 1993, já atingiam 4% das pesquisas. Durante o SEP, as pesquisas diminuíram um pouco, ficando em torno de 3%. Essa redução deve-se ao avanço das pesquisas na área de manejo integrado, conforme comentamos anteriormente.

No caso dos nematóides, o controle biológico começou a ganhar espaço na agenda de pesquisa somente no final do modelo circular. Em 1992, as pesquisas atingiram 0,5% dos estudos da área-problema de Fitossanidade. No SEP, as pesquisas com controle biológico de nematóides subiram atingido 2%.

Já na área de plantas daninhas, as pesquisas com controle biológico concentraram-se num período de dez anos, compreendido entre 1987 (0,8% das pesquisas) e 1997 (1,5% das pesquisas). Esse período compreende a metade final do modelo circular e a metade inicial do SEP.

Conforme percebemos, a trajetória da linha de pesquisa com controle biológico não apresentou um percurso bem definido nas três áreas analisadas, como ocorreu na linha de pesquisa em manejo integrado. Uma possível explicação para esse fato envolveria as dificuldades em se utilizar a técnica de controle biológico nessas áreas.

Quanto à trajetória das pesquisas com controle químico-exclusivo, esta se apresentou em declínio nas três áreas analisadas. É importante recordarmos que essa trajetória também foi observada na área de pragas, o que reforça a constatação de que a linha de pesquisa com controle exclusivamente químico encontra-se em decadência em todas as áreas das pesquisas coordenadas pela Embrapa: pragas, doenças, nematóides e plantas daninhas.

Em relação à linha de pesquisa com controle cultural na área de doenças, nematóide e plantas daninhas, a trajetórias das pesquisas oscilou bastante. Na área de doenças, o controle cultural assumiu uma importância grande a partir de 1985. Nesse ano, alcançou 3% das pesquisas da área-problema de Fitossanidade. Em 1989, o controle cultural, com 4,4 % das pesquisas, passa a ser a principal linha de pesquisa no controle de doenças, superando o controle químico, o controle biológico e o manejo integrado. No entanto, a partir do SEP, o controle cultural perde espaço para o manejo integrado, que passa a ser a principal linha de pesquisa no controle de doenças.

Já os estudos com controle cultural de nematóides concentraram-se nos anos de 1986 (0,8% das pesquisas) a 1993 (0,9% da pesquisas). Nesse período, o controle cultural passou a

ser a principal linha de pesquisa. No SEP, as pesquisas com controle cultural perderam espaço para as linhas de pesquisa com controle biológico e manejo integrado.

O avanço das pesquisas com controle cultural na área de doenças e nematóides, na metade da década de 1980 até o início dos anos de 1990, indica um direcionamento das pesquisas para a redução da utilização de defensivos agrícolas de forma a diminuir o consumo de insumos, além de atender a demanda por produtos com menor uso de agrotóxicos.

Os estudos sobre controle cultural de plantas daninhas, por sua vez, apresentaram-se num nível baixo durante todo o período analisado. Isso se deve principalmente pelo fato de existir poucas pesquisas com a temática principal de controle cultural de plantas daninhas. Geralmente, as pesquisas nessa área apresentam integradas com outras práticas culturais. Dessa forma, essas pesquisas foram computadas como interação de práticas culturais, pelo fato de não existir uma temática principal.⁹⁶

A linha de pesquisa com extratos vegetais para o controle de doenças e nematóides foi inexpressiva na Embrapa, no período analisado. Na área de doenças, somente em 1992 é que foi realizado um único estudo. Na de nematóides, por sua vez, os estudos foram realizados no período de 1996 a 1990, sendo abandonados posteriormente. Na área de plantas daninhas, não foi realizado estudo nesse sentido.

Em síntese, podemos dizer que ocorreu uma evolução das linhas de pesquisa com controle biológico e manejo integrado, por um lado, e um declínio das pesquisas com controle químico ao longo dos anos, por outro. Essa trajetória indica que a Embrapa abandonou as pesquisas com o controle químico como sua principal linha de pesquisa e está seguindo uma trajetória mais ecológica no que se refere ao controle de doenças, nematóides, plantas daninhas e também de pragas, conforme observado na seção anterior.

4.3.1.3 – Defensivos Agrícolas

A linha de pesquisa em defensivos agrícolas compreende os estudos cujo objetivo principal era fazer uma avaliação dos defensivos agrícolas nos aspectos referentes aos resíduos, efeitos toxicológicos e impactos ambientais.

⁹⁶ As pesquisas sobre interação de práticas culturais (monocultivo) serão analisadas na seção 4.3.3.

Nos projetos/subprojetos coordenados pela Embrapa, foram identificadas as seguintes linhas de pesquisa:

- *Resíduos de defensivos nos alimentos;*
- *Resistência de pragas aos defensivos;*
- *Resistência de patógenos aos defensivos;*
- *Efeito residual e persistência de defensivos no solo;*
- *Efeito de defensivos na microbiologia do solo;*
- *Contaminação dos recursos hídricos por defensivos e nitratos;*
- *Contaminação dos peixes por defensivos;*
- *Efeitos tóxicos de defensivos no homem e levantamento de intoxicações;*
- *Características dos defensivos (testes e propriedades físicas e químicas);*
- *Uso racional de defensivos (avaliação de perdas na aplicação, descarte de embalagens);*
- *Avaliação do impacto ambiental ocasionado pelo uso de defensivos agrícolas.*

A evolução das linhas de pesquisa na área de defensivos agrícolas encontra-se na Tabela IV-03. Conforme podemos perceber na tabela, até 1984, os estudos na área de defensivos eram bastante escassos. Por exemplo, em 1981 e 1982 houve apenas uma pesquisa realizada nessa área. Além disso, nesse período, o leque de abrangência das pesquisas era muito pequeno, concentrando-se, principalmente, na análise de resíduos de defensivos nos alimentos e no efeito residual-persistência de defensivos no solo.

A partir de 1984, houve um grande aumento no número de pesquisas. Nesse ano, pesquisas na área de defensivos agrícolas compreendiam apenas 0,5% dos estudos na área de Fitossanidade. No ano seguinte (1985), os projetos aumentaram para 2,3%. As pesquisas com defensivos continuaram aumentando, e, em 1988, atingiram o ápice com 6,4%. Esse aumento do número de pesquisas deve-se ao lançamento do Programa Nacional de Pesquisa em Defensivos Agrícolas, em 1985⁹⁷ (ver Anexos 05 e 06).

⁹⁷ A partir de 1988, o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas passou a se chamar Programa Nacional de Defesa da Agricultura.

Tabela IV-03 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes à avaliação de resíduos, efeitos toxicológicos e impactos ambientais ocasionados pelo uso de defensivos agrícolas

Ano	Resíduos de defensivos nos alimentos		Resistência de pragas aos defensivos		Resistência de patógenos aos defensivos		Efeito residual/Persistência de defensivos no solo		Efeito de defensivos na microbiologia do solo		Contaminação dos recursos hídricos por defensivos e nitratos		Contaminação dos peixes por defensivos		Efeitos tóxicos de defensivos no homem Levant. intoxicação		Característica dos defensivos (testes e propriedades físicas e químicas)		Uso racional de defensivos (avaliação de perdas, descarte de embalagens)		Avaliação de impacto ambiental ocasionado pelos defensivos		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1978	3	1,0	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1,3
1979	2	0,6	1	0,3	-	-	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1,2
1980	1	0,3	-	-	-	-	2	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3	-	-	-	-	4	1,1
Parcial	6	0,6	2	0,2	-	-	3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,1	-	-	-	-	12	1,2
1981	-	-	-	-	-	-	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3
1982	-	-	-	-	-	-	1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,2
1983	-	-	-	-	-	-	1	0,2	1	0,2	-	-	1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,6
1984	-	-	-	-	1	0,2	1	0,2	-	-	-	-	1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,5
1985	-	-	1	0,2	2	0,4	5	0,9	3	0,5	-	-	-	-	1	0,2	1	0,2	-	-	-	-	13	2,3
1986	1	0,2	1	0,2	4	0,8	3	0,6	7	1,3	-	-	-	-	-	-	2	0,4	-	-	-	-	18	3,4
1987	3	0,6	1	0,2	4	0,8	6	1,2	6	1,2	-	-	1	0,2	-	-	3	0,6	1	0,2	-	-	25	4,8
1988	4	0,8	1	0,2	3	0,6	10	2,0	8	1,6	-	-	1	0,2	-	-	3	0,6	2	0,4	-	-	32	6,4
1989	3	0,6	1	0,2	3	0,6	10	2,1	5	1,0	-	-	-	-	-	-	3	0,6	1	0,2	-	-	26	5,4
1990	2	0,4	1	0,2	1	0,2	8	1,7	3	0,6	1	0,2	-	-	1	0,2	1	0,2	2	0,4	-	-	20	4,2
1992	2	0,5	1	0,3	1	0,3	7	1,8	3	0,8	2	0,5	-	-	1	0,3	3	0,8	1	0,3	-	-	21	5,3
1993	-	-	1	0,3	1	0,3	5	1,5	2	0,6	-	-	-	-	1	0,3	3	0,9	1	0,3	1	0,3	15	4,6
Parcial	15	0,26	8	0,14	20	0,34	58	1,0	38	0,66	3	0,05	4	0,07	4	0,07	19	0,33	8	0,14	1	0,02	178	3,1
1996	-	-	2	0,7	-	-	2	0,7	4	1,3	3	1,0	-	-	-	-	1	0,3	4	1,3	4	1,3	20	6,6
1997	-	-	2	0,8	-	-	2	0,8	4	1,5	3	1,1	-	-	-	-	2	0,8	1	0,4	3	1,1	17	6,4
1998	-	-	2	0,9	-	-	2	0,9	3	1,3	2	0,9	-	-	-	-	2	0,9	2	0,9	2	0,9	15	6,4
1999	3	1,0	2	0,7	-	-	-	-	3	1,0	2	0,7	-	-	-	-	-	-	1	0,3	3	1,0	14	4,9
2000	8	2,5	4	1,2	-	-	1	0,3	2	0,6	1	0,3	-	-	-	-	2	0,6	1	0,3	6	1,8	25	7,7
2001	7	1,9	4	1,1	-	-	2	0,6	1	0,3	1	0,3	-	-	-	-	4	1,1	3	0,8	6	1,7	28	7,8
2002	7	2,4	2	0,7	-	-	1	0,3	2	0,7	1	0,3	-	-	-	-	3	1,0	2	0,7	1	0,3	19	6,5
Parcial	25	1,21	18	0,87	-	-	10	0,48	19	0,92	13	0,63	-	-	-	-	14	0,68	14	0,68	25	1,21	138	6,7
Total	46	0,33	28	0,20	20	0,14	71	0,51	57	0,41	16	0,11	4	0,03	4	0,03	34	0,24	22	0,16	26	0,19	328	3,7

Fonte: Dados da pesquisa

O Programa Nacional de Pesquisa em Defensivos Agrícolas surgiu como resultado da política implementada pelo Governo Federal, no início dos anos de 1980. Conforme comentamos anteriormente, o Governo Federal instituiu, nessa época, o III PBDCT (Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) para o quinquênio 1980-1985. Esse plano contemplava um conjunto de ações com o objetivo de reduzir os gastos com insumos básicos e diminuir a dependência externa do setor. No caso específico dos defensivos agrícolas, o objetivo era adequar a sua aplicação no sentido de maximizar a produção agrícola, minimizando seus custos e preservando o meio ambiente dos efeitos indesejáveis.

Para atingir esses objetivos, em outubro de 1982 o Governo Federal criou, através da deliberação nº 13 da presidência da Embrapa, o Centro Nacional de Pesquisa de Defensivos Agrícolas (CNPDA). Nesse sentido, o CNPDA foi concebido para direcionar as linhas de ação da pesquisa na área de defensivos agrícolas no âmbito federal.

O centro deveria realizar estudos para a geração de conhecimentos sobre defensivos agrícolas, tais como pesquisas com toxicologia, aspectos de eficiência, métodos de aplicação e impactos no ambiente. Além dessas pesquisas, o centro deveria estudar novas composições de formulações que melhor atendessem as situações particulares da agricultura nacional. Em síntese, no intuito de aumentar a produtividade dos sistemas agrícolas, as pesquisas seriam direcionadas para a proteção de plantas e animais através do uso de defensivos agrícolas. Nesse sentido, a filosofia do CNPDA estava diretamente vinculada às práticas da agricultura moderna, assentada no padrão produtivista.

O CNPDA começou funcionando provisoriamente em Campinas/SP até que suas instalações definitivas, no município de Jaguariúna, ficassem prontas. Nesse período, as atividades do centro tinham como meta a concentração de esforços visando a implantação e a operacionalização da unidade.

A partir de meados de 1985, em função das novas prioridades de pesquisa adotadas pela direção da Embrapa (ver seção 3.7), o CNPDA alterou profundamente a sua missão e passou a se chamar Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura. Com as mudanças, foi instituído um novo quadro diretor. No entanto, foi mantida a mesma sigla (CNPDA) e a mesma equipe técnica.

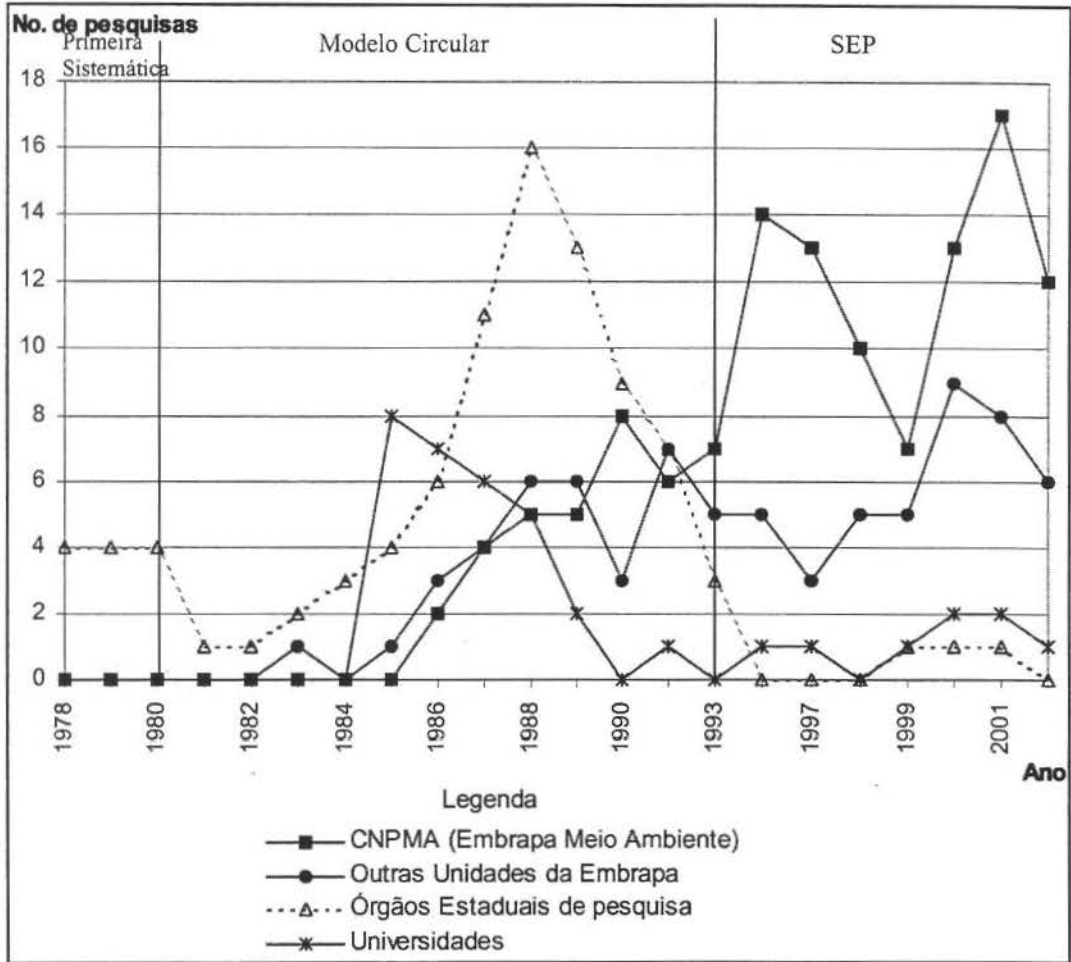
A nova missão do Centro de Defesa da Agricultura passou a ser o estudo de métodos alternativos para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, e avaliação de impacto ambiental. As alterações contribuíram para uma orientação de caráter ambientalista, ou seja, com uma missão bem distinta da anterior, que apresentava uma visão produtivista. Entretanto, por razões de ordem institucional, ideológica e profissional, a nova filosofia não foi assimilada pela grande maioria dos pesquisadores, naquele momento (Embrapa, 1990).

Em novembro de 1985, o CNPDA iniciou suas atividades em suas novas instalações em Jaguariúna. No entanto, na época, tais instalações não apresentavam as mínimas condições necessárias para o cumprimento de suas atividades, pois havia somente os prédios administrativos. Dessa forma, alguns laboratórios foram improvisados em prédios de almoxarifado, depósito de solventes, casa de vigia, etc. Além disso, faltavam equipamentos laboratoriais, principalmente para análises químicas, o que era um fator limitante para muitas áreas de pesquisa (Embrapa, 1990). Outro agravante era que não havia pesquisadores em algumas áreas prioritárias, como nas áreas de dinâmica ambiental, toxicológica e análise de resíduos. Esse problema foi resolvido, em parte, somente em 1989, quando a Embrapa abriu inscrições para a contratação de novos profissionais (Pronapa, 1992). Além dos problemas já mencionados, havia ainda a demora na liberação dos recursos financeiros para execução dos projetos de pesquisa.

Devido aos problemas de infra-estrutura enfrentados pelo CNPDA, as pesquisas com defensivos, no período 1986 a 1990, foram executadas principalmente pelos órgãos estaduais de pesquisas, pertencentes ao Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária (ver Figura IV-06). Posteriormente, a melhoria da infra-estrutura, a contratação de novos pesquisadores pelo CNPDA e a crise que se abateu sobre os órgãos estaduais de pesquisa contribuíram para que as pesquisas passassem a ser executadas, em grande parte, pelos centros de pesquisa da Embrapa, principalmente pelo CNPDA, conforme podemos perceber na Figura IV-06.

Em 1991, o CNPDA passou a ser denominado de Centro Nacional de Pesquisa em Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (CNPMA - Embrapa Meio Ambiente). Com a alteração da missão do centro, ele passou a atuar na interface de atividades agrícolas

e impactos ambientais, constituindo-se como uma unidade temática de pesquisa e desenvolvimento.⁹⁸



Fonte: Dados da pesquisa

Figura IV-06 – Número de pesquisas envolvendo a utilização de defensivos agrícolas (avaliação de resíduos, efeitos toxicológicos e impactos ambientais), realizadas pelo CNPMA (Embrapa Meio Ambiente), por Outras unidades da Embrapa, por Unidades Estaduais de Pesquisa e pelas Universidades

⁹⁸ O CNPMA está voltado à pesquisas sobre a relação entre agropecuária e ambiente e tem como principais objetivos: identificar, quantificar e qualificar os impactos ambientais sobre a estrutura e funcionamento dos agroecossistemas; gerar conhecimentos e soluções tecnológicas buscando alternativas de manejo agrícola menos agressivas ao ambiente; gerar conhecimentos e contribuir para o desenvolvimento de novos desenhos de sistemas agroecológicos; e, contribuir para a gestão ambiental do espaço rural e das cadeias produtivas relacionadas às atividades do agronegócio. Assim, além de propor soluções para os impactos ambientais das atividades agrícolas, a unidade vem procurando reforçar sua capacidade de realização de pesquisas estratégicas, que antecipem e façam diagnóstico de possíveis problemas futuros.

Após esse breve histórico do CNPMA – necessário, uma vez que a história do CNPMA se confunde com a do próprio Programa Nacional de Defensivos Agrícolas –, voltaremos a concentrar nossas análises na evolução das linhas de pesquisas na área de defensivos agrícolas.

Conforme comentamos anteriormente, até 1984, as pesquisas concentraram-se na análise de resíduos de defensivos nos alimentos e no efeito residual-persistência de defensivos no solo. Em 1985, após a criação do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas, as pesquisas passaram a ser realizadas em várias linhas de pesquisa (ver Tabela IV-03).

Durante o modelo circular, os estudos concentraram-se nas seguintes linhas de pesquisa: *i*) efeito residual-persistência de defensivos no solo (1,0%); *ii*) efeito de defensivos na microbiologia dos solos (0,66%); *iii*) resistência de patógenos aos defensivos (0,34%); e *iv*) característica dos defensivos – testes e propriedades físicas e químicas – (0,33%).

Já durante a vigência do SEP, as pesquisas concentram-se principalmente na avaliação de impacto ambiental ocasionados pelos defensivos agrícolas e nos resíduos de defensivos nos alimentos, ambos com 1,21% das pesquisas realizadas na área de Fitossanidade. Esse aumento nessas duas linhas de pesquisa reflete a preocupação da Embrapa sobretudo com o mercado internacional, mais precisamente com os padrões ambientais para a exportação de fruta, uma vez que a grande maioria dessas pesquisas concentrou-se no pólo de frutas Petrolina-Juazeiro, isto é, no mercado de frutas para exportação.

Além dessas duas linhas de pesquisa, os estudos concentraram nos efeitos de defensivos na microbiologia dos solos (0,92%), e na resistência de pragas aos defensivos (0,87%). Esse período também se caracterizou pelo aumento das pesquisas relacionadas com a contaminação dos recursos hídricos – cursos d' água e o lençol freático – por defensivos e nitratos. Tais pesquisas refletem uma resposta da Embrapa à demanda nas pesquisas nessa área, devido à crescente preocupação com a qualidade das águas nos últimos anos.⁹⁹

⁹⁹ A questão dos recursos hídricos será discutida na seção 4.3.7.

Em síntese, os estudos na linha de pesquisa em defensivos agrícolas foram aumentando ao longo dos anos, passaram de 1,2 % na primeira sistemática para 3,1% no modelo circular e 6,7% no SEP (Tabela IV-03). O aumento do número de estudos no SEP deve-se principalmente a crescente preocupação com a degradação do meio ambiente, o que acabou despertando, nas mais diversas instituições, o interesse na busca de instrumentos que contribuam para o monitoramento das condições ambientais. Processo essencial para a rotulagem e a certificação ambiental dos produtos agrícolas. A Embrapa respondeu a essa demanda, através da implementação do primeiro programa da Embrapa direcionado exclusivamente para a questão ambiental: Programa 11 – Proteção e avaliação da qualidade ambiental (ver Anexos 07 e 08).¹⁰⁰

4.3.2 – Área-problema de Correção e Fertilidade do Solo

A área-problema de Correção e Fertilidade do Solo compreende os estudos realizados para controlar as limitações químicas do solo de forma a aumentar a produtividade das culturas.

As linhas de pesquisa identificadas nessa área-problema foram:

- *Calagem* – pesquisas relacionadas com a calagem – prática de incorporar calcário ao solo. O calcário é o nome que normalmente se dá para o carbonato de cálcio e/ou magnésio;
- *Gesso agrícola* – pesquisas realizadas com gesso agrícola. O gesso agrícola é um subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados e utilizados na agricultura para a melhoria do ambiente radicular em profundidade.
- *Adubação química* – pesquisas com adubos químicos para corrigir a falta de nutrientes (formulação, dosagens e métodos de aplicação);
- *Adubação química mais calagem* – pesquisas realizadas concomitantemente com adubação química e calagem. Essa linha de pesquisa não difere das duas anteriores.

¹⁰⁰ O monitoramento e a avaliação dos impactos ambientais será discutido com maior ênfase na seção 4.3.9.

Na verdade, essa linha de pesquisa foi criada devido à impossibilidade de separar, metodologicamente, os estudos que realizaram pesquisas com adubação química e calagem simultaneamente;

- *Adubação orgânica (incluindo adubação verde)* – pesquisas relacionadas ao fornecimento e incorporação ao solo de material orgânico e massa verde (adubação verde), com a finalidade de manter ou melhorar a fertilidade e produtividade do solo. A adubação verde é o cultivo e posterior incorporação de leguminosas para recuperar a fertilidade do solo;
- *Fertilizantes alternativos* – pesquisas realizadas com produtos alternativos, de forma, a garantir o aproveitamento desses materiais como fertilizantes agrícolas. Por exemplo: lixo, esterco suíno, vinhaça, torta de filtro, etc.

As linhas de pesquisa desenvolvidas nessa área-problema encontram-se na Tabela IV-04.

Conforme podemos perceber na Tabela IV-04, a trajetória das linhas de pesquisa referentes à área-problema de Correção e Fertilidade do Solo não apresentou grandes alterações ao longo dos anos. Os estudos com adubação química dominaram a agenda de pesquisa. Na primeira sistemática, esses estudos representavam 75% das pesquisas. No modelo circular, as pesquisas reduziram para 68,9% e no SEP, aumentaram mais 0,9%, ficando em 69,8%. Dessa forma, a adubação química continua sendo a principal linha de pesquisa nessa área-problema.

A linha de pesquisa em calagem também não apresentou grandes oscilações no período analisado. Isso se deve, em grande parte, ao fato dos estudos com calagem estarem diretamente relacionado às pesquisas com adubação química. Na agricultura moderna, principalmente na região dos Cerrados por causa da elevada acidez do solo, o adubo e o calcário se complementam. O calcário é utilizado para corrigir a acidez do solo, e o adubo, para suprir a falta de nutrientes. Nesse sentido, as pesquisas com calagem também variaram pouco ao longo dos anos, passando de 4% na primeira sistemática para 5,4% no SEP.

Já a linha de pesquisa sobre gesso agrícola começou a ser desenvolvida a partir de 1985. Essa linha de pesquisa também pode ser incluída nas tecnologias poupadoras de

insumos, uma vez que o gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – Sulfato de Cálcio dihidratado)¹⁰¹ é um subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados. Antes de o gesso ser utilizado na agricultura, formavam-se, nas indústrias de fertilizantes fosfatados, verdadeiras montanhas de gesso, o que acarretava sérios problemas – entre eles, a estocagem. A partir da utilização do gesso na agricultura, as indústrias de fertilizantes o distribuíam de graça para os produtores, cobrando apenas o frete. No entanto, a popularização do produto contribuiu para que indústrias começassem a cobrar por ele.

Tabela IV-04 – Pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes a corretivos do solo (calagem e gesso agrícola), adubação química, orgânica e fertilizantes alternativos

Ano	Calagem		Gesso Agrícola		Adubação Química		Adubação Química + Calagem		Adubação Orgânica		Fertilizantes Alternativos		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1978	6	3,0	-	-	156	76,8	33	16,3	7	3,4	1	0,5	203	100
1979	11	5,6	-	-	142	72,8	32	16,4	10	5,1	-	-	195	100
1980	9	3,5	-	-	191	75,2	34	13,4	20	7,9	-	-	254	100
Parcial	26	4,0	-	-	489	75,0	99	15,2	37	5,7	1	0,2	652	100
1981	10	5,6	-	-	142	79,8	8	4,5	15	8,4	3	1,7	178	100
1982	11	4,8	-	-	173	74,9	18	7,8	18	7,8	11	4,8	231	100
1983	15	5,8	-	-	202	77,7	15	5,8	15	5,8	13	5,0	260	100
1984	15	4,8	-	-	236	75,9	23	7,4	23	7,4	14	4,5	311	100
1985	14	4,4	1	0,3	235	73,2	28	8,7	28	8,7	15	4,7	321	100
1986	16	5,3	3	1,0	215	70,7	25	8,2	37	12,2	8	2,6	304	100
1987	17	5,3	4	1,3	206	64,8	31	9,7	50	15,7	10	3,1	318	100
1988	19	5,9	8	2,5	208	64,8	26	8,1	52	16,2	8	2,5	321	100
1989	20	6,8	7	2,4	180	61,6	23	7,9	57	19,5	5	1,7	292	100
1990	17	6,2	8	2,9	164	60,1	22	8,1	58	21,2	4	1,5	273	100
1992	16	7,0	7	3,1	145	63,3	15	6,6	43	18,8	3	1,3	229	100
1993	12	5,9	6	2,9	128	62,4	11	5,4	44	21,5	4	2,0	205	100
Parcial	182	5,6	44	1,4	2234	68,9	245	7,6	440	13,6	98	3,0	3243	100
1996	7	6,9	1	1,0	67	65,7	6	5,9	15	14,7	6	5,9	102	100
1997	6	6,1	1	1,0	63	63,6	8	8,1	12	12,1	9	9,1	99	100
1998	4	4,9	1	1,2	57	70,4	6	7,4	7	8,6	6	7,4	81	100
1999	8	6,8	4	3,4	85	72,0	7	5,9	6	5,1	8	6,8	118	100
2000	7	5,3	4	3,1	94	71,8	7	5,3	8	6,1	11	8,4	131	100
2001	6	4,4	4	2,9	100	73,5	6	4,4	8	5,9	12	8,8	136	100
2002	5	3,8	4	3,1	90	69,2	6	4,6	7	5,4	18	13,8	130	100
Parcial	43	5,4	19	2,4	556	69,8	46	5,8	63	7,9	70	8,8	797	100
Total	251	5,3	63	1,3	3279	69,9	390	8,3	540	11,5	169	3,6	4692	100

Fonte: Dados da pesquisa

¹⁰¹ O gesso agrícola ou fosfogesso contém aproximadamente 17 % de cálcio e 14 % de enxofre.

A utilização do gesso agrícola deve-se ao fato de que, nos solos brasileiros, principalmente nos Cerrados, a deficiência de cálcio, associada ou não à toxidez de alumínio, não ocorre apenas na camada arável, aparecendo em todo perfil do solo. Na camada arável, utiliza-se a calagem para eliminar esse problema, obtendo um bom resultado.

No entanto, a calagem não elimina a toxidez do alumínio e a deficiência de cálcio da subsuperfície, ou seja, das camadas de solo abaixo da camada corrigida. Para corrigir o solo na subsuperfície, utiliza-se o gesso agrícola. Ao ser aplicado ao solo, o gesso, após dissolver-se, percola o perfil do solo, pois o sulfato tem alta mobilidade. Durante a percolação, o gesso vai complexando o alumínio tóxico e enriquecendo com cálcio as camadas mais profundas do solo, criando, assim, um ambiente favorável às raízes em profundidade. Assim, as plantas resistem mais ao período de veranico, aproveitam melhor os nutrientes do solo e, conseqüentemente, produzem mais.

Conforme comentamos anteriormente, as pesquisas com gesso agrícola na Embrapa iniciaram em 1985. A partir dessa data, essas pesquisas ganharam mais espaço, chegando a atingir 7 pesquisas (3,1%) em 1992. No início do SEP, as pesquisas com gesso agrícola foram praticamente extintas, sendo realizada apenas uma pesquisa. No entanto, em 1999, as pesquisas subiram para 4 pesquisas, permanecendo assim até o final do SEP.

As pesquisas com adubação orgânica, por sua vez, permaneceram baixas durante a primeira sistemática, mantendo-se numa média de 5,7% das pesquisas realizadas no período. Convém recordar que, nesse período, a preocupação da Embrapa era adaptar os pacotes tecnológicos para as condições brasileiras; e, na formulação desses pacotes, um dos insumos mais importantes era os fertilizantes químicos.

No início do modelo circular, mais precisamente a partir de 1984, as pesquisas com adubação orgânica ganharam um grande impulso. Em 1984, foram realizadas 23 pesquisas (7,4%), em 1990 as pesquisas chegaram a 58 pesquisas (21,2%). Esse aumento deve-se principalmente à procura por insumos alternativos, ou seja, visavam a redução dos gastos com adubação química.

No entanto, no SEP, as pesquisas com adubação orgânica entraram em declínio, caindo para 7 pesquisas (5,4%) em 2002. Apesar disso, essa redução no número de pesquisa realizadas com adubação orgânica não indica uma decadência da adubação

orgânica, uma vez que as novas pesquisas realizadas passaram a incorporar outros elementos, como rotação de culturas, utilização de técnicas alternativas para o controle de pragas e doenças, e questões socioeconômicas. Nesse sentido, as pesquisas com adubação orgânica foram em parte redirecionadas para uma outra linha de pesquisa mais complexa, isto é, para a agricultura alternativa¹⁰². Uma outra parte das pesquisas foi direcionada para o sistema de plantio direto, mais precisamente na rotação de culturas para produção de palhada, ou seja, restos vegetais que vão ficar depositados sobre o solo.

A linha de pesquisa de fertilizantes alternativos também começou a ganhar espaço no início da década de 1980, a exemplo de outras linhas de pesquisa poupadoras de insumos. Contudo, a partir de 1986, as pesquisas com fertilizantes alternativos entraram em declínio. Em 1992, isto é, no final do modelo circular, foram realizadas apenas 4 pesquisas (2%).

A partir da introdução do SEP, as pesquisas nessa linha ganharam um novo impulso. Em 2002, foram realizadas 18 pesquisas, atingindo 13,8% das pesquisas. Todavia, o objetivo que desencadeou as pesquisas nessa linha não foi mais o de reduzir a utilização de insumos agrícolas, e sim o aumento da demanda por tecnologias que reduzissem os impactos ambientais – através da transformação e disposição adequada dos resíduos – resultantes das atividades humanas, como por exemplo, o lixo urbano e às águas servidas (esgotos). Nesse sentido, os estudos foram direcionados para a utilização de materiais, como lodo de esgoto¹⁰³, estrume de porco, lixo urbano, etc, com o intuito de diminuir o impacto ambiental desses materiais no meio ambiente.

O aproveitamento do lodo de esgoto e do composto do lixo urbano na agricultura pode retornar ao solo os nutrientes extraídos pelas culturas. Todavia, tanto o lodo de esgoto quanto os compostos de lixo urbano podem apresentar metais pesados em sua composição, como também conter patógenos. Dessa forma, há necessidade de se conhecer as alterações provocadas por esses materiais no sistema solo-água-planta visando elaborar protocolos de recomendações de doses, formas e usos na agricultura.

¹⁰² A linha de pesquisa em agricultura alternativa será discutida na seção 4.3.10.

¹⁰³ O lodo de esgoto ou biossólido é o produto derivado do tratamento biológico dos esgotos urbanos-industriais. Ele é um lodo rico em matéria orgânica e nutrientes para as plantas. No entanto, esse material mesmo tratado, necessita de uma adequada disposição final para não causar contaminação ambiental.

Em síntese, podemos dizer que as linhas de pesquisa na área-problema de Correção e Fertilidade do Solo apresentaram uma pequena variação. A linha de pesquisa com adubação química continua a ocupar o lugar de destaque. De acordo com Salles Filho (1993), o esgotamento tecnológico da indústria de fertilizantes não é um fator tão crucial quanto na indústria de defensivos químicos, uma vez que a inovação em produtos não constitui o elemento chave na sua dinâmica concorrencial. Além disso, segundo o autor, a associação dos fertilizantes químicos aos problemas ambientais demorou mais tempo para ocorrer do que no caso dos defensivos químicos.

Dessa forma, os problemas ambientais ocasionados pela adubação química intensiva – salinização dos solos e a contaminação dos lençóis freáticos por nitratos – não despertaram na população a mesma preocupação que os defensivos agrícolas. Nesse sentido, não houve uma pressão por parte da sociedade para alterações significativas na tecnologia. No entanto, nos últimos anos, graças ao avanço tecnológico, surgiu a Agricultura de Precisão que, com equipamentos agrícolas capazes de realizar uma aplicação mais racional de fertilizantes, poderá contribuir para reduzir o desperdício e, conseqüentemente, os riscos ambientais.¹⁰⁴

As pesquisas com adubação orgânica e fertilizantes alternativos, por sua vez, foram desenvolvidas, na metade dos anos de 1980, para poupar os insumos agrícolas, ou seja, reduzir o uso de fertilizantes químicos. Contudo, nos últimos anos, as pesquisas com adubação orgânica foram direcionadas para a agricultura alternativa, enquanto as de fertilizantes alternativos voltaram a ganhar espaço na agenda de pesquisas em virtude da possibilidade de atenuar os impactos ambientais.

4.3.3 – Sistema de Cultivo

É reconhecida a importância da diversificação de culturas como fator gerador de equilíbrio num agroecossistema. Na natureza, diversidade é sinônimo de estabilidade; assim, quanto mais simplificado for um determinado ecossistema, maior a necessidade de fontes exógenas para manter o equilíbrio (Romeiro, 1998).

¹⁰⁴ A Agricultura de Precisão será analisada na seção 4.3.10.

A monocultura provoca um desequilíbrio tanto do ponto de vista da cobertura vegetal – infestações de pragas e doenças – como da atividade física, química e biológica do solo. Essa simplificação extrema pode ser evitada através da rotação de culturas, que, além de manter a estabilidade do ecossistema agrícola, reduz drasticamente o risco de infestação de pragas e doenças nas culturas. Outra vantagem dessa prática é que ela contribui eficazmente para a manutenção de uma boa estrutura física do solo.

Nos sistemas agrícolas simplificados, sobretudo de cereais, os fatores desestabilizadores ganham força e obrigam o agricultor a recorrer a técnicas intensivas em energia para manter as condições favoráveis ao desenvolvimento dos vegetais.

Na área-problema de Sistema de Cultivo, foram identificadas as seguintes linhas de pesquisa:

- *Rotação e sucessão de culturas* – pesquisas cuja temática principal estava relacionada à rotação e sucessão de culturas;
- *Sistema de plantio em consórcio* – pesquisas referentes às culturas conduzidas em sistema de consórcio;
- *Sistema de plantio em monocultura* – pesquisas direcionadas ao sistema de plantio em monocultura. Compreendendo as pesquisas realizadas com a interação de várias práticas culturais em monocultura sem uma temática principal, como, por exemplo, práticas culturais na cultura do milho para maximizar o aproveitamento dos fatores climáticos;
- *Época, espaçamento e densidade da semeadura* – pesquisa realizadas sobre a época de plantio, espaçamento da cultura e densidade da semeadura;

A evolução das linhas de pesquisa acima se encontra na Tabela IV-05.

Analisando a Tabela IV-05, podemos observar que os estudos com culturas em monocultivo compreendem a principal linha de pesquisa na área-problema de Sistema de Cultivo (54,7%). Tal constatação não poderia ser diferente, uma vez que a agricultura moderna baseia-se no cultivo em monocultura. Conforme comentamos no segundo capítulo, a prática da monocultura era um desejo dos agricultores, pois as culturas em

consórcio exigem mais mão-de-obra (trabalho). Além disso, o consórcio dificulta a prática da agricultura especulativa, isto é, dificulta a produção exclusiva do produto mais rentável.

Durante a primeira sistemática e ao longo do modelo circular, as pesquisas com sistema de consórcio permaneceram praticamente estáveis, sem grandes oscilações. Na primeira sistemática, os estudos ficaram em torno de 19,7%. As pesquisas concentraram-se principalmente no consórcio milho x feijão caupi e algodão arbóreo x milho x feijão caupi, e foram realizadas principalmente pelas empresas estaduais de pesquisa da região nordeste. No modelo circular, as pesquisas subiram para 23,9 %. Além disso, ocorreu uma maior diversificação dos sistemas de consórcio estudados nesse período.

Tabela IV-05 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes à rotação e sucessão de culturas, sistema de plantio em consórcio e monocultivo (interação de práticas culturais), e época, espaçamento e densidade da semeadura

Ano	Rotação/ Sucessão de culturas		Consórcio de culturas		Monocultivo (Interação de práticas culturais)		Época/ espaçamento/ densidade da semeadura		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1978	9	2,5	65	18,4	204	57,6	76	21,5	354	100
1979	10	2,7	73	20,0	202	55,3	80	21,9	365	100
1980	8	2,2	76	20,7	212	57,6	72	19,6	368	100
Parcial	27	2,5	214	19,7	618	56,9	228	21,0	1087	100
1981	5	1,8	67	23,8	171	60,6	39	13,8	282	100
1982	15	4,2	86	24,3	197	55,6	56	15,8	354	100
1983	20	5,3	94	24,9	197	52,3	66	17,5	377	100
1984	24	6,3	92	24,2	192	50,5	72	18,9	380	100
1985	36	9,9	92	25,3	173	47,7	62	17,1	363	100
1986	28	8,2	92	26,9	169	49,4	53	15,5	342	100
1987	28	9,0	79	25,4	163	52,4	41	13,2	311	100
1988	27	9,6	72	25,6	145	51,6	37	13,2	281	100
1989	28	10,5	59	22,2	134	50,4	45	16,9	266	100
1990	27	9,0	67	22,3	160	53,3	46	15,3	300	100
1992	21	8,9	44	18,7	125	53,2	45	19,1	235	100
1993	15	7,9	34	17,9	98	51,6	43	22,6	190	100
Parcial	274	7,4	878	23,9	1924	52,3	605	16,4	3681	100
1996	20	12,3	18	11,0	98	60,1	27	16,6	163	100
1997	17	12,0	16	11,3	88	62,0	21	14,8	142	100
1998	13	10,4	15	12,0	81	64,8	16	12,8	125	100
1999	10	7,5	15	11,3	78	58,6	30	22,6	133	100
2000	12	8,7	16	11,6	82	59,4	28	20,3	138	100
2001	14	7,9	16	9,0	112	63,3	35	19,8	177	100
2002	10	6,3	14	8,8	93	58,5	42	26,4	159	100
Parcial	96	9,3	110	10,6	632	60,9	199	19,2	1037	100
Total	397	6,8	1202	20,7	3174	54,7	1032	17,8	5805	100

Fonte: Dados da pesquisa

Durante o SEP, as pesquisas com culturas em sistema de consórcio diminuíram bastante. Em 2002, foram conduzidas apenas 14 pesquisas (8,8%). Essa redução deve-se, em parte, ao avanço das linhas de pesquisa em agricultura alternativa e sistema agroflorestal.¹⁰⁵

Já as pesquisas com rotação de culturas apresentaram um aumento ao longo dos anos. Na primeira sistemática, esses estudos alcançaram apenas 2,5%. No modelo circular, eles subiram para 7,4%, e, no SEP, para 9,3%. Esse aumento ocorreu principalmente devido ao agravamento dos problemas provocados pela monocultura, como o aumento da infestação de pragas, doenças e nematóides, degradação da estrutura física do solo, entre outras. Além do fator ambiental, o avanço do sistema de plantio direto também contribuiu para o aumento das pesquisas com rotação de culturas, pois esse sistema exige uma maior rotatividade de culturas para manutenção de palhada no solo.¹⁰⁶

A linha de pesquisa referente à época, espaçamento e densidade da semeadura permaneceu praticamente estável ao longo dos anos. Isso ocorreu principalmente por causa do lançamento de novas variedades todos os anos, o que exige constantes pesquisas nessa área.

Em resumo, a trajetória das linhas de pesquisa na área-problema de Sistema de Cultivo não apresentou grandes mudanças. Em sua grande maioria, as pesquisas continuam sendo conduzidas no sistema de monocultivo, atendendo, assim, a demanda da maioria dos agricultores, pois a maior parte deles trabalha nesse sistema. As pesquisas conduzidas com consórcio de culturas visaram atender principalmente aos pequenos agricultores. Já o avanço das pesquisas com rotação de culturas mostra, por um lado, o agravamento dos problemas ambientais gerados pela monocultura, e, por outro lado, o aumento da demanda de pesquisa nessa área, devido ao avanço do sistema de plantio direto no Brasil.

¹⁰⁵ Essas linhas de pesquisa serão analisadas na seção 4.3.10.

¹⁰⁶ O sistema de plantio direto será analisado na seção 4.3.6.1.

4.3.4 – Melhoramento de Plantas

Durante os dez mil anos de agricultura, as comunidades agrícolas foram procedendo à domesticação das plantas, isto é, transformando-as de silvestres em plantas domesticadas. Em muitos casos, a transformação foi de tal magnitude que essas plantas perderam a capacidade de sobreviver por si só na natureza.

Embora a domesticação das plantas tenha garantido a sobrevivência da espécie humana, ela acarretou alguns problemas, como, por exemplo, a vulnerabilidade das plantas às enfermidades causadas por microorganismos – em especial, fungos e bactérias. No estado selvagem, as plantas ocorriam dispersas na natureza, em meio a outras espécies, o que as tornavam relativamente protegidas, mesmo sofrendo infestações periódicas. Além disso, na natureza, a variabilidade genética era muito maior, o que representava um fator adicional para a ocorrência de plantas geneticamente resistentes às enfermidades.

Com a domesticação, as plantas foram sendo selecionadas artificialmente por muitas gerações, acarretando um aumento gradual da uniformidade e, conseqüentemente, uma redução de sua variabilidade genética. Dessa forma, as plantas passaram a ser mais vulneráveis aos ataques dos agentes infecciosos. Além disso, a prática da monocultura contribuiu para uma disseminação maior dos microorganismos nas lavouras.

A partir da descoberta das leis da hereditariedade e o avanço da genética, o homem foi aprimorando as técnicas de melhoramento de plantas. Dessa forma, tornou-se possível a obtenção de cultivares bastante produtivos através do melhoramento da eficiência fisiológica, da incorporação de alelos de resistência/tolerância a patógenos e das condições ambientais adversas.

Na área-problema de Melhoramento de Plantas, foram identificadas as seguintes linhas de pesquisa:

- *Ensaios e avaliação de cultivares* – pesquisas realizadas principalmente com ensaios de produtividade e avaliação de cultivares em diferentes regiões e climas;
- *Seleção de cultivares que **não apresentam** restrições pedo-climática especiais* – pesquisas para seleção de variedades mais produtivas para campos de cultura que não apresentam restrições pedo-climática especiais. Trata-se da seleção de

variedades com capacidade de resposta ao investimento realizado principalmente na fertilização química e irrigação;

- *Seleção de cultivares **que apresentam** restrições pedo-climática especiais* – pesquisas para seleção de variedades adaptadas às restrições do meio, tornando as plantas mais resistentes ao “stress hídrico”, à pobreza mineral e a acidez do solo, etc;
- *Seleção de cultivares resistentes a pragas, doenças e nematóides* – pesquisas para o desenvolvimento de cultivares resistentes a praga, doenças e nematóides;
- *Organismos Geneticamente Modificados (transgênicos)* – pesquisas com organismos geneticamente modificados, isto é, organismos transgênicos;
- *Avaliação de impacto ambiental de organismos geneticamente modificados (transgênicos)* – pesquisas realizadas para avaliação do impacto ambiental de organismos geneticamente modificados;
- *Banco Germoplasma (caracterização, avaliação e conservação)* – pesquisas realizadas com caracterização, avaliação e conservação de germoplasma, além da formação e manutenção de banco de germoplasma;
- *Outras pesquisas* – pesquisas realizadas na área de genética básica, bioquímica, e biotecnologia tradicional (cultura de tecidos) e biotecnologia moderna (engenharia genética).

A evolução das linhas de pesquisa da área-problema de Melhoramento de Plantas encontra-se na Tabela IV-06.

Conforme podemos perceber na Tabela IV-06, os estudos com ensaios e avaliação de cultivares responderam pela maior parte das pesquisas realizadas durante todo o período analisado. No entanto, esses estudos encontram-se em declínio na agenda de pesquisa. Na primeira sistemática, eles representavam 52,4% das pesquisas. No modelo circular reduziram para 45,2% das pesquisas, e, no SEP, representaram apenas 31,1% das pesquisas realizadas nessa área-problema.

O alto número de pesquisas sobre ensaio e avaliação de cultivares durante a primeira sistemática foi devido ao fato de que, nesse período, o objetivo principal da Embrapa era a adaptação dos pacotes tecnológicos às diferentes regiões brasileiras. Nesse

sentido, tornava-se necessário a realização de ensaios regionais para avaliar a tecnologia nas diferentes condições edafo-climáticas.

No modelo circular e no SEP, apesar da redução da quantidade de ensaios e avaliação de cultivares, o número de pesquisas conduzidas ainda continua alto: 45,2% e 31,1% respectivamente. Esse número de pesquisas elevadas ocorreu devido à necessidade de testes de campo das novas variedades desenvolvidas pela Embrapa em diferentes regiões brasileiras.

Em relação ao esforço das pesquisas conduzidas para a seleção de novas variedades, observamos que as pesquisas ficaram concentradas na seleção de cultivares que não apresentam restrições pedo-climáticas especiais (17,3%), ou seja, na seleção de cultivares que respondem a alta dosagem dos fertilizantes químicos e irrigação. A trajetória dessas pesquisas permaneceu praticamente constante em todo período analisado. Na primeira sistemática, as pesquisas atingiram 17,5% das pesquisas; já no modelo circular, caíram para 16,5% e, no SEP, subiram para 19,2%.

A seleção de cultivares que apresentam restrições pedo-climáticas especiais, por sua vez, permaneceu em patamares bastante baixos (com 2,6% de média) em todo período analisado. No entanto, a trajetória dessa linha de pesquisa apresentou uma pequena tendência de alta. Na primeira sistemática, essas pesquisas representavam apenas 1,4% das pesquisas desenvolvidas. No modelo circular, as pesquisas tiveram um pequeno aumento passando para 2,3%, e, no SEP, continuaram aumentando lentamente, alcançando 3,7% das pesquisas.

A seleção de cultivares resistentes a pragas, doenças e nematóides também apresentou uma pequena trajetória de crescimento ao longo dos anos. Na primeira sistemática, essas pesquisas compreendiam 7,8% das pesquisas. No modelo circular passaram para 8,7%, e, no SEP, subiram para 11,1%.

Tabela IV-06 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes aos processos de ensaio, avaliação de cultivares, melhoramento de plantas e banco de germoplasma

Ano	Ensaio e avaliação de cultivares		Seleção de cultivares que não apresentam restrições pedo-climáticas especiais		Seleção de cultivares que apresentam restrições pedo-climáticas especiais		Seleção de cultivares resistentes a pragas, doenças e nematóides		Organismos Geneticamente Modificados (transgênicos)		Avaliação de Impacto Ambiental de Organismos Geneticamente Modificados (transgênicos)		Banco Germoplasma (caracterização avaliação e conservação)		Outras pesquisas*		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1978	271	55,1	68	13,8	6	1,2	31	6,3	-	-	-	-	62	12,6	54	11,0	492	100
1979	287	52,4	99	18,1	7	1,3	41	7,5	-	-	-	-	65	11,9	49	8,9	548	100
1980	278	50,2	112	20,2	9	1,6	52	9,4	-	-	-	-	63	11,4	40	7,2	554	100
Parcial	836	52,4	279	17,5	22	1,4	124	7,8	-	-	-	-	190	11,9	143	9,0	1594	100
1981	272	43,2	128	20,3	11	1,7	58	9,2	-	-	-	-	120	19,0	41	6,5	630	100
1982	370	46,7	166	21,0	15	1,9	60	7,6	-	-	-	-	134	16,9	47	5,9	792	100
1983	409	47,7	171	19,9	13	1,5	66	7,7	-	-	-	-	151	17,6	48	5,6	858	100
1984	470	49,0	178	18,5	16	1,7	78	8,1	-	-	-	-	157	16,4	61	6,4	960	100
1985	500	48,3	176	17,0	24	2,3	115	11,1	-	-	-	-	156	15,1	65	6,3	1.036	100
1986	499	43,5	165	14,4	29	2,5	101	8,8	-	-	-	-	256	22,3	98	8,5	1.148	100
1987	522	46,6	176	15,7	26	2,3	102	9,1	-	-	-	-	203	18,1	90	8,0	1.119	100
1988	530	46,0	182	15,8	32	2,8	94	8,2	-	-	-	-	216	18,8	97	8,4	1.151	100
1989	526	44,6	193	16,4	29	2,5	103	8,7	-	-	-	-	212	18,0	116	9,8	1.179	100
1990	563	47,0	181	15,1	31	2,6	99	8,3	-	-	-	-	213	17,8	110	9,2	1.197	100
1992	438	41,5	144	13,6	29	2,7	91	8,6	-	-	-	-	240	22,7	114	10,8	1.056	100
1993	360	37,5	133	13,9	23	2,4	82	8,5	-	-	-	-	260	27,1	102	10,6	960	100
Parcial	5459	45,2	1993	16,5	278	2,3	1049	8,7	-	-	-	-	2318	19,2	989	8,2	12086	100
1996	233	35,6	123	18,8	29	4,4	58	8,9	12	1,8	2	0,3	144	22,0	54	8,2	655	100
1997	238	34,9	132	19,4	28	4,1	65	9,5	10	1,5	-	-	153	22,5	55	8,1	681	100
1998	227	32,9	138	20,0	22	3,2	68	9,9	11	1,6	1	0,1	150	21,7	73	10,6	690	100
1999	211	29,6	137	19,2	31	4,3	91	12,7	20	2,8	2	0,3	128	17,9	94	13,2	714	100
2000	222	30,5	144	19,8	23	3,2	84	11,5	17	2,3	1	0,1	137	18,8	100	13,7	728	100
2001	231	30,2	148	19,3	28	3,7	95	12,4	17	2,2	1	0,1	143	18,7	103	13,4	766	100
2002	185	24,9	135	18,2	23	3,1	92	12,4	17	2,3	-	-	157	21,2	133	17,9	742	100
Parcial	1547	31,1	957	19,2	184	3,7	553	11,1	104	2,1	7	0,1	1012	20,3	612	12,3	4976	100
Total	7842	42,0	3229	17,3	484	2,6	1726	9,3	104	0,6	7	0,03	3520	18,9	1744	9,3	18656	100

Fonte: Dados da Pesquisa * Outras pesquisas = genética básica, bioquímica, e biotecnologia tradicional (cultura de tecido) e moderna (engenharia genética).

Essa linha de pesquisa apresenta-se como um caminho viável para a redução dos impactos ambientais provocados pela utilização de defensivos agrícolas no controle de pragas, doenças e nematóides. No entanto, esse é um trabalho de pesquisa contínua, pois, na luta contra as enfermidades, o melhorista incorpora nos cultivares os genes que conferem resistência a uma certa enfermidade, causada, por exemplo, por um fungo. Com o tempo, surgem novas raças desse fungo, que passam a atacar a cultivar resistente, que agora ficou susceptível. Utilizando outros genes, obtêm-se novas cultivares resistentes à nova raça do fungo. E, assim, trava-se uma luta contínua entre os patógenos e os melhoristas.

A experiência e os conhecimentos adquiridos sobre a variabilidade genética, tanto das plantas como dos patógenos, além da combinação de técnicas de controle, têm sido úteis para retardar o aparecimento de novas raças de patógenos, virulentos, aumentando a vida útil das cultivares melhoradas.

Já a trajetória das pesquisas referentes à caracterização, avaliação e conservação de germoplasma apresentou um aumento da primeira sistemática para o modelo circular, passando de 11,9% para 19,2 %, respectivamente. Durante o SEP, a trajetória da linha pesquisa permaneceu praticamente constante, com média de 20,3%.

As pesquisas com organismos geneticamente modificados começaram a ser realizadas na segunda metade dos anos de 1990, ou seja, durante a vigência do SEP. No entanto, o número de pesquisas conduzidas foi baixo, em torno de 2,1%. Isto se deve principalmente ao alto custo e complexidade das pesquisas e ao fato do plantio dos organismos transgênicos não estar ainda liberado no Brasil, nesse período. Além disso, a maior parte das pesquisas relacionadas à biotecnologia moderna no mundo encontra-se na iniciativa privada.¹⁰⁷

As pesquisas direcionadas para a avaliação do impacto ambiental dos OGMs – isto é as pesquisas que visam estudar os riscos associados a essa nova tecnologia – foram muito pouco desenvolvidas na Embrapa. As pesquisas nessa linha não passarão de 2 estudos por ano, sendo que, ao todo, foram conduzidos apenas 7 estudos no período analisado, o que representou 6,7% das pesquisas com OGMs. Esse baixo resultado já era

¹⁰⁷ As pesquisas em biotecnologia encontram-se bastante concentradas na iniciativa privada. Segundo a *Bio Economic Research Associates*, apenas quatro empresas de 180 instituições estudadas – Monsanto, Du Pont/Pioneer, Bayer/Aventis e Dow – são responsáveis por 57% da pesquisa. O desenvolvimento de uma nova variedade pode consumir de 6 a 12 anos e de US\$ 50 milhões a US\$ 300 milhões (Folha de SP, 21/2/2003).

esperado, pois as pesquisas para avaliação de impacto ambiental compreendem, geralmente, uma pequena parcela das pesquisas realizadas sobre a temática principal, nesse caso, os OGMs.

De acordo com Riechamn (2002), enquanto crescem os recursos alocados para as aplicações comerciais da engenharia genética, são poucos os recursos disponíveis para as pesquisas que visam estudar os riscos associados dessa tecnologia. Segundo o autor, na P&D pública francesa, o orçamento para pesquisa ecológica no sentido abrangente (incluindo a biologia de populações) não chega a 5% do total destinado às “ciências da vida”. Na República Federal Alemã, no período 1985-1989, o governo reservou quase um bilhão de marcos para as aplicações da manipulação genética, enquanto destinou apenas vinte milhões à pesquisa em biossegurança. Nos EUA, o Departamento da Agricultura destina à avaliação de riscos apenas 1% das verbas destinadas à pesquisa biotecnológica (Riechamn, 2002). Como pudemos constatar, no setor público, existe uma grande desproporção entre os recursos destinados às pesquisas aplicadas e aqueles reservados à avaliação dos riscos. No setor privado, essa desproporção com certeza deve ser ainda maior.

Em suma, a trajetória das linhas de pesquisa na área-problema de melhoramento de plantas não apresentou grandes alterações no período analisado. O melhoramento continua sendo realizado, em grande parte, através da seleção de variedades que *não apresentam* restrições pedo-climáticas especiais, ou seja, segue o padrão da Revolução Verde. A seleção de variedades *que apresentam* restrições pedo-climáticas especiais apresentou um pequeno aumento das pesquisas; no entanto, ela continua ocupando um pequeno espaço na agenda de pesquisa.

A seleção de cultivares resistentes a pragas, doenças e nematóides, por sua vez, apresentou um aumento das pesquisas, o que contribui para a redução do impacto ambiental pela diminuição da utilização de defensivos químicos. Já as pesquisas com OGMs começaram a ser realizadas recentemente na Embrapa; contudo a grande maioria das pesquisas vêm sendo conduzidas para a resistência das plantas a doenças, principalmente viróticas. Em vez de concentrar apenas nesse campo, a Embrapa deveria dar uma atenção especial nas pesquisas visando resistência à salinidade, à acidez do solo, ao stress hídrico, etc.

4.3.5 – Biologia do Solo

A área-problema de Biologia do Solo compreende os componentes vivos do sistema pedológico que são responsáveis, em grande parte, pelas transformações que sofrem os nutrientes das plantas no solo dentro dos diversos ciclos biogeoquímicos dos elementos da natureza.

Na área-problema de Biologia do Solo, foram identificadas as seguintes linhas de pesquisa:

- *Atividade microbiológica do solo* – pesquisas relacionadas à atividade microbiológica do solo. Os microorganismos do solo têm um papel importante na nutrição vegetal e na estabilidade da estrutura física do solo;
- *Efeito das práticas culturais na microbiologia do solo* – pesquisas relacionando as práticas culturais e seus efeitos na microbiologia do solo;
- *Fixação biológica de nitrogênio (FBN) em leguminosas* – compreendendo as pesquisas sobre inoculação, seleção de estirpes de *Rhizobium* para diferentes variedades, obtenção de linhagens de *Rhizobium* para condições desfavoráveis, etc;
- *Fixação biológica de nitrogênio (FBN) em gramíneas* – pesquisas com bactérias fixadoras de nitrogênio em gramíneas como: *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Saccharobacter* e algas fixadoras de nitrogênio, como a do gênero *Azolla*, estudadas na cultura do arroz irrigado por inundação controlada.
- *Fungos micorrizicos* – fungos que fazem uma associação simbiótica com as plantas. Os fungos fixam nas raízes das plantas e o micélio externo do fungo se espalha e se ramifica no solo aumentando a superfície de absorção do sistema radicular, de modo a facilitar a melhor utilização do fósforo;

A evolução das linhas de pesquisa na área-problema de Biologia do Solo encontra-se na Tabela IV-07. Conforme podemos perceber, as pesquisas concentraram-se na fixação biológica de nitrogênio (FBN). Além de ser o nutriente mais caro, o nitrogênio é requerido em maior quantidade pelas culturas, e é o único nutriente que pode ser proveniente do ar através de processos biológicos.

A partir de 1984, os estudos nessa área aumentaram com a criação do Programa Nacional de Pesquisa em Biologia do Solo (Anexo 05 e 06). O programa foi concebido principalmente para desenvolver tecnologias poupadoras de insumos, aproveitando a longa experiência da Embrapa, com fixação de nitrogênio em leguminosas e gramíneas.

As primeiras tentativas de incrementar a fixação de nitrogênio no Brasil, através da inoculação da soja, feijão e trevo, foram feitas na década de 1940 por José Gomes da Silva, no IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), e por João Rui Jardim Freire, na Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul (Döbereiner & Duque, 1980). A partir década de 1960, as pesquisas sobre fixação biológica de nitrogênio assumiram um papel de destaque, quando a Comissão Nacional de Soja recomendou que os trabalhos de melhoramento da soja fossem feitos sem adubação nitrogenada.

A decisão de melhorar a soja sem o recurso da adubação nitrogenada foi tomada após um intenso debate entre geneticistas e microbiologistas. Os geneticistas brasileiros defendiam que o melhoramento da soja deveria ser feito com adubação nitrogenada, como ocorreu nos Estados Unidos. É importante ressaltarmos que, nesse período, os fertilizantes nitrogenados eram muito barato nos EUA. Dessa forma, os geneticistas americanos não realizaram um melhoramento da soja visando a fixação biológica do nitrogênio, portanto, as variedades obtidas eram incapazes de obter o nitrogênio do ar através da associação com bactérias. Os microbiologistas brasileiros, por sua vez, defendiam que o melhoramento da soja fosse feito sem adubação nitrogenada, pois a soja apresenta uma excelente capacidade de associar-se com bactérias fixadoras de nitrogênio.

Em 1964, os microbiologistas conseguiram convencer os geneticistas brasileiros a fazer a seleção das variedades melhoradas com inoculante¹⁰⁸, ou seja, com as bactérias que retiram o nitrogênio do ar. Dessa forma, as variedades de soja desenvolvidas no Brasil foram, ao longo dos anos, adquirindo uma capacidade muito grande de fixar nitrogênio. Paralelamente, as pesquisas de melhoramento da soja ocorreram às pesquisas para adaptar o *Rhizobium* as diferentes regiões brasileiras.

Infelizmente, no caso do feijão, o processo não foi tão bem-sucedido em termos ecológico-econômicos, pois os geneticistas (tanto no Brasil quanto no restante do mundo)

¹⁰⁸ Entre os defensores da fixação biológica merecem destaque os pesquisadores João Rui Jardim Freire e Johanna Döbereiner.

não levaram em consideração a capacidade de fixação do nitrogênio que essa leguminosa apresenta. Segundo Döbereiner & Duque (1980), isso ocorreu por dois motivos. O primeiro foi por causa da sensibilidade do feijoeiro a muitos fatores ambientais. O segundo motivo envolveu a suposição, principalmente nos países industrializados, de que o ciclo curto do feijoeiro não permitia a acumulação de quantidades de nitrogênio suficientes para obter uma elevada produtividade através da fixação biológica. Salles-Filho & Silveira (1988) destacam que o volume de financiamento para as pesquisas na cultura do feijão era muito menor do que na soja.

Dessa forma, até 1981, as variedades de feijão no mercado brasileiro eram incapazes de fixar o nitrogênio de que elas precisavam, através da associação com o *Rhizobium*. A partir dessa data, a Embrapa resolveu iniciar um grande projeto nacional de FBN em feijão, por causa do aumento dos custos dos fertilizantes ocorrido nos anos anteriores.

Após esse breve histórico, retomaremos a análise das linhas de pesquisa na área-problema de Biologia do Solo. Conforme comentamos anteriormente, a FBN foi a principal linha de pesquisa desenvolvida nessa área-problema. Durante a primeira sistemática, 95,9% das pesquisas foram com FBN, sendo que 86,3% foram com leguminosas e 9,6% com gramíneas. No modelo circular, o número de pesquisas com FBN caiu para 73,1%, sendo 49,3% com leguminosas e 23,8% com gramíneas. Apesar das pesquisas com FBN total terem diminuído, as pesquisas com FBN em gramíneas aumentaram nesse período. A redução das pesquisas com FBN em leguminosas foi devida à criação, em 1984, do Programa Nacional de Pesquisa em Biologia do Solo. A partir da instituição desse programa houve uma melhor distribuição dos projetos em outras linhas de pesquisa e, conseqüentemente, uma redução nas pesquisas com FBN em leguminosas. Durante o SEP, as pesquisas com FBN reduziram um pouco (70,9%). No entanto, nesse período, houve uma inversão nas pesquisas em relação ao modelo circular. As pesquisas com FBN em leguminosas apresentaram um pequeno aumento (51,4%), e a FBN em gramíneas, uma pequena queda (19,5%).

Tabela IV-07 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa com ênfase na biologia do solo

Ano	Atividade microbiológica no solo		Efeito das práticas culturais na microbiologia do solo		FBN* (produção, inoculação, seleção de estirpes de <i>Rhizobium</i> etc)		FBN* em gramíneas (<i>Azospirillum</i> , <i>herbaspirillum</i> , <i>Saccharobacter</i> , etc) + <i>Azolla</i>		Fungos Micorrizicos		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1978	-	-	-	-	24	85,7	3	10,7	1	3,6	28	100
1979	-	-	-	-	20	87,0	2	8,7	1	4,3	23	100
1980	-	-	-	-	19	86,4	2	9,1	1	4,5	22	100
Parcial	-	-	-	-	63	86,3	7	9,6	3	4,1	73	100
1981	3	14,3	-	-	12	57,1	2	9,5	4	19,0	21	100
1982	3	11,1	-	-	17	63,0	2	7,4	5	18,5	27	100
1983	3	6,5	1	2,2	31	67,4	4	8,7	7	15,2	46	100
1984	2	3,3	-	-	30	50,0	16	26,7	12	20,0	60	100
1985	2	3,2	-	-	28	44,4	14	22,2	19	30,2	63	100
1986	1	1,4	1	1,4	33	45,8	17	23,6	20	27,8	72	100
1987	1	1,4	-	-	33	45,2	21	28,8	18	24,7	73	100
1988	1	1,2	1	1,2	44	54,3	22	27,2	13	16,0	81	100
1989	-	-	-	-	42	56,0	21	28,0	12	16,0	75	100
1990	1	1,2	-	-	38	46,9	25	30,9	17	21,0	81	100
1992	-	-	4	6,8	23	39,0	14	23,7	18	30,5	59	100
1993	-	-	5	8,9	21	37,5	12	21,4	18	32,1	56	100
Parcial	17	2,4	12	1,7	352	49,3	170	23,8	163	22,8	714	100
1996	1	1,2	1	1,2	45	52,9	16	18,8	22	25,9	85	100
1997	1	1,5	1	1,5	38	58,5	9	13,8	16	24,6	65	100
1998	1	2,0	3	5,9	26	51,0	9	17,6	12	23,5	51	100
1999	2	6,5	2	6,5	12	38,7	8	25,8	7	22,6	31	100
2000	2	5,0	2	5,0	22	55,0	9	22,5	5	12,5	40	100
2001	3	6,4	4	8,5	24	51,1	10	21,3	6	12,8	47	100
2002	5	11,1	3	6,7	20	44,4	10	22,2	7	15,6	45	100
Parcial	15	4,1	16	4,4	187	51,4	71	19,5	75	20,6	364	100
Total	32	2,8	28	2,4	602	52,3	248	21,5	241	20,9	1151	100

Fonte: Dados da Pesquisa

* FBN = Fixação biológica de nitrogênio

A linha de pesquisa com fungos micorrizicos iniciou-se na primeira sistemática. No entanto, as pesquisas só ganharam espaço na agenda de pesquisa no início dos anos de 1980. A partir de 1983, os trabalhos se intensificaram e permaneceram num valor elevado até o final do modelo circular, em torno de 22%. As pesquisas com fungos micorrizicos aumentaram nesse período, com o objetivo de potencializar o aproveitamento do fósforo, reduzindo, assim, o consumo de insumos agrícolas. No SEP, as pesquisas permaneceram altas até 1999, com 22,6%. A partir desse ano, houve uma redução nas pesquisas. Em 2002

as pesquisas atingiram apenas 15,6%. A redução do número de pesquisa deve-se, em parte, ao fato de elas terem sido direcionadas para a linha de pesquisa em agricultura alternativa.

Os estudos referentes à atividade microbiológica no solo foram iniciados no modelo circular. Os estudos foram reduzindo ao longo dos anos, até cessar os trabalhos no final do modelo circular. No início do SEP, as pesquisas começaram e foram aumentando ao longo dos anos. No final do modelo circular, já atingiam 11,1% das pesquisas realizadas.

As pesquisas sobre a influência das práticas culturais na microbiologia do solo também foram iniciadas no modelo circular, mais precisamente, em 1983. No entanto, elas apresentaram uma trajetória bastante irregular. Somente em 1992 e 1993 é que as pesquisas se firmaram nessa área. Durante o SEP, as pesquisas iniciaram de forma modesta, com apenas uma pesquisa realizada. No entanto, elas subiram um pouco ao longo dos anos. Em 2001, por exemplo, foram realizadas 4 pesquisas (8,5%).

Em resumo, as pesquisas na área-problema de Biologia do Solo concentraram seus esforços na FBN. As pesquisas nessa área se intensificaram na cultura da soja a partir da década de 1960. Segundo Salles-Filho & Silveira (1988), a FBN na cultura da soja no Brasil conseguiu impor uma das poucas trajetórias inovadoras de origem biológica competitiva com a indústria à montante da agricultura. Na cultura do feijão e gramíneas, as pesquisas com FBN aumentaram a partir da década de 1980 com o objetivo de reduzir o consumo de fertilizantes nitrogenados. As pesquisas com micorrizas também aumentaram no mesmo período, com o propósito de diminuir o uso dos insumos agrícolas através de um melhor aproveitamento do fósforo no solo.

4.3.6 – Solos (Manejo e conservação)

Conforme apresentamos no capítulo 2, as técnicas de revolvimento do solo são decorrentes da transposição, para os trópicos, das técnicas de preparo dos solos desenvolvidas para regiões de clima frio. Nas regiões tropicais, permanentemente quentes, o revolvimento do solo deve ser evitado, devido ao sol forte e das chuvas torrenciais.

O manejo excessivo do solo através de arações e gradagens tem gerado um dos principais problemas da agricultura moderna nas regiões tropicais e subtropicais: a perda de

fertilidade dos solos, provocada pela mineralização excessiva da matéria orgânica e pelas altas taxas de erosão.

A matéria orgânica atua fundamentalmente sobre a composição química do solo, isto é, sobre a CTC (capacidade de troca catiônica). A erosão do solo, por sua vez, é uma das principais responsáveis pela diminuição do potencial produtivo dos solos, devido à remoção paulatina de sua camada mais fértil. A manutenção da produtividade, em níveis elevados, só é possível pela utilização crescente de fertilizantes e corretivos, o que contribui para um aumento dos custos de produção. Estes insumos, por sua vez, são freqüentemente carregados para os corpos d'água superficiais e subterrâneos, provocando sérios impactos ao meio ambiente.

As linhas de pesquisas desenvolvidas na área-problema de Solos (manejo e conservação) foram as seguintes:

- *Levantamento, caracterização e classificação dos solos* – pesquisas relacionadas ao levantamento, caracterização e classificação dos solos brasileiros;
- *Fertilidade do solo* – pesquisas envolvendo a parte básica/teórica na área de fertilidade do solo. As pesquisas relacionadas à parte de fertilidade mais aplicada, isto é, direcionadas a adubação das culturas, encontra-se na linha de pesquisa em Correção e Fertilidade do Solo, apresentada na seção 4.3.2;
- *Propriedades físicas e químicas do solo* – pesquisas básica/teórica sobre propriedades físicas e químicas do solo;
- *Matéria orgânica do solo* – pesquisas realizadas sobre a importância da matéria orgânica no solo (estruturação física e composição química do solo). As pesquisas aplicadas, ou seja, relacionadas à adubação orgânica das culturas, encontra-se na linha de pesquisa em Correção e Fertilidade do Solo, apresentada na seção 4.3.2;
- *Compactação do solo* – pesquisa realizadas sobre a compactação do solo, ocasionada pela degradação da estrutura física do solo e pelo uso excessivo de implementos agrícolas pesados;
- *Erosão do solo (perda de solo e água)* – pesquisas relacionadas referentes à quantificação das perdas de solo provocadas pela erosão e também a perda de água que deixa de infiltrar no solo;

- *Práticas de conservação do solo* – pesquisas relacionadas com as diversas práticas culturais para a conservação do solo, como cobertura do solo, plantio em nível, cobertura morta etc. Apesar do sistema de plantio direto ser uma prática de conservação do solo, ele será analisado numa linha específica de pesquisa, em virtude da alta taxa de crescimento apresentada pelo plantio direto no Brasil.
- *Plantio direto* – pesquisa realizada com o sistema de plantio direto. Esse sistema de cultivo dispensa o tradicional preparo do solo (aração e gradagem); assim, restringe a mobilização do solo à linha de semeadura e diminui sensivelmente a taxa de erosão.

A evolução das linhas de pesquisa na área-problema de Solos (manejo e conservação) encontra-se na Tabela IV-08. Conforme podemos perceber, na área da pesquisa básica, as pesquisas se concentraram no levantamento, caracterização e classificação dos solos. Na área da pesquisa aplicada, os estudos se concentraram, num primeiro momento – primeira sistemática e modelo circular –, na linha de pesquisa sobre práticas de conservação do solo; e, num segundo momento – SEP –, no sistema de plantio direto.

Em relação às pesquisas básicas, os estudos com levantamento, caracterização e classificação dos solos, conforme dissemos anteriormente, foi a principal linha de pesquisa. Na primeira sistemática, esses estudos atingiram em média 39,5%. No modelo circular, eles aumentaram para 43,4%. No SEP, as pesquisas permaneceram elevadas até 1998 com 31,3%. A partir desse momento, as pesquisas reduziram drasticamente, ficando em torno de 6%.

Tabela IV-08 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes ao estudo, práticas de manejo e conservação do solo e sistema de plantio direto

Ano	Pesquisa Básica						Pesquisa Aplicada								Total			
	Levantamento Caracterização/Classificação dos Solos		Fertilidade do solo		Propriedades Físicas/Químicas do solo		Matéria Orgânica do solo		Compactação do Solo		Erosão do solo (perda de solo e água)		Práticas de conservação do solo*				Plantio Direto	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%			Nº	%
1978	31	47,0	2	3,0	-	-	-	-	-	-	6	9,1	24	36,4	3	4,5	66	100
1979	29	38,7	2	2,7	-	-	-	-	-	-	18	24,0	25	33,3	1	1,3	75	100
1980	23	33,3	1	1,4	-	-	-	-	-	-	20	29,0	24	34,8	1	1,4	69	100
Parcial	83	39,5	5	2,4	-	-	-	-	-	-	44	21,0	73	34,8	5	2,4	210	100
1981	31	39,2	3	3,8	3	3,8	6	7,6	-	-	13	16,5	19	24,1	4	5,1	79	100
1982	32	35,2	3	3,3	3	3,3	7	7,7	-	-	17	18,7	25	27,5	4	4,4	91	100
1983	28	31,5	4	4,5	5	5,6	8	9,0	-	-	14	15,7	26	29,2	4	4,5	89	100
1984	39	37,5	4	3,8	4	3,8	6	5,8	1	1,0	12	11,5	31	29,8	7	6,7	104	100
1985	38	36,9	4	3,9	4	3,9	4	3,9	1	1,0	13	12,6	30	29,1	9	8,7	103	100
1986	57	47,9	-	-	6	5,0	4	3,4	1	0,8	9	7,6	31	26,1	11	9,2	119	100
1987	53	44,2	-	-	6	5,0	5	4,2	1	0,8	13	10,8	30	25,0	12	10	120	100
1988	74	47,4	1	0,6	6	3,8	4	2,6	1	0,6	26	16,7	30	19,2	14	9,0	156	100
1989	65	43,3	1	0,7	6	4,0	3	2,0	1	0,7	29	19,3	32	21,3	13	8,7	150	100
1990	77	45,3	12	7,1	7	4,1	2	1,2	2	1,2	29	17,1	28	16,5	13	7,6	170	100
1992	65	53,3	2	1,6	3	2,5	2	1,6	3	2,5	12	9,8	19	15,6	16	13,1	122	100
1993	54	48,6	3	2,7	3	2,7	2	1,8	3	2,7	13	11,7	18	16,2	15	13,5	111	100
Parcial	613	43,4	37	2,6	56	4,0	53	3,7	14	1,0	200	14,1	319	22,6	122	8,6	1414	100
1996	38	32,5	8	6,8	5	4,3	7	6,0	1	0,9	5	4,3	31	26,5	22	18,8	117	100
1997	41	38,0	9	8,3	2	1,9	7	6,5	1	0,9	2	1,9	25	23,1	21	19,4	108	100
1998	25	31,3	7	8,8	4	5,0	5	6,3	1	1,3	1	1,3	16	20	21	26,3	80	100
1999	4	6,5	3	4,8	5	8,1	3	4,8	2	3,2	-	-	12	19,4	33	53,2	62	100
2000	4	4,8	2	2,4	8	9,6	3	3,6	2	2,4	1	1,2	9	10,8	54	65,1	83	100
2001	5	5,9	3	3,5	9	10,6	4	4,7	1	1,2	1	1,2	12	14,1	50	58,8	85	100
2002	8	8,8	2	2,2	8	8,8	3	3,3	-	-	4	4,4	12	13,2	54	59,3	91	100
Parcial	125	20,0	34	5,4	41	6,5	32	5,1	8	1,3	14	2,2	117	18,7	255	40,7	626	100
Total	821	36,5	76	3,4	97	4,3	85	3,8	22	1,0	258	11,5	509	22,6	382	17,0	2250	100

Fonte: Dados da pesquisa

* Práticas de Conservação do Solo = cobertura do solo, plantio em nível, etc.

As pesquisas com fertilidade do solo oscilaram durante todo o período analisado. Apesar disso, observou-se uma ligeira elevação das pesquisas no início do SEP. Em 1998, as pesquisas já atingiam 8,8%. No entanto, a partir desse ano, as pesquisas sofreram uma redução ficando em torno dos 3%.

Os estudos referentes às propriedades físicas e químicas do solo, matéria orgânica e compactação do solo iniciaram-se no modelo circular. A trajetória dessas pesquisas, assim como das pesquisas em fertilidade do solo, oscilou bastante, ou seja, essas pesquisas não apresentaram uma trajetória bem definida.

Já os estudos direcionados para a pesquisa aplicada, conforme dissemos anteriormente, concentraram-se, durante a primeira sistemática e o modelo circular, nas práticas de conservação do solo e erosão. Durante o SEP, os estudos convergiram para o sistema de plantio direto.

As pesquisas referentes às práticas de conservação do solo permaneceram altas até 1997 (25 pesquisas – 23,1%). A partir desse ano, se observa uma redução dessa linha de pesquisa. Em 2002, por exemplo, foram realizadas apenas 12 pesquisas (13,2%). Já as pesquisas sobre a erosão permaneceram altas até 1990, com 29 pesquisas realizadas (17,1%). A partir desse ano, as pesquisas entraram em declínio. Em 2001, por exemplo, foi realizada apenas uma pesquisa (1,2%). Entretanto, em 2002 as pesquisas apresentaram um aumento, sendo realizados 4 estudos (4,4%). No entanto, de maneira geral, essa redução demonstra, que lentamente esses estudos foram se redirecionando para a linha de pesquisa em plantio direto (PD).

Os estudos com PD na primeira sistemática ficaram com apenas 2,4%. Durante o Modelo Circular, os estudos aumentaram continuamente, ao longo dos anos, alcançando, em 1993, 13,5%. No SEP, ocorreu um grande impulso nessas pesquisas, sendo que, em 2000, por exemplo, 65,1% das pesquisas na área-problema de solo (manejo e conservação) foram realizadas com PD. Nos dois anos seguintes, houve uma pequena redução do número de pesquisas.

A técnica de PD pode ser definida como um sistema conservacionista do solo¹⁰⁹. Dessa forma, nesse sistema, a colocação da semente é realizada em sulco ou cova em solo

¹⁰⁹ Sistemas de manejo conservacionistas são sistemas de utilização de solos e de culturas que visam reduzir o excessivo revolvimento do solo, mantendo os resíduos culturais na superfície do mesmo, para minimizar o

não revolvido, que deve ter largura e profundidade suficientes para a cobertura adequada e para o contato propício das sementes com a terra. Essa técnica elimina, portanto, as operações de aração, gradagens, escarificações e outros métodos convencionais de preparo do solo (Muzilli, 1981).

Atualmente, este conceito assume a visão integrada de um sistema, envolvendo: *i)* a combinação de práticas culturais ou biológicas destinadas à adubação verde para a formação de coberturas de solo; *ii)* a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo¹¹⁰; *iii)* a adoção de métodos integrados de controle de plantas daninhas, através da utilização da cobertura do solo e herbicidas; e *iv)* o não revolvimento do solo, exceto no sulco da semeadura.

Uma das principais vantagens do PD é a redução significativa da taxa de erosão. Dados obtidos por diferentes autores em ensaios que comparavam perdas de solo e água entre diferentes sistemas de manejo, indicam que o PD reduz em 75% as perdas de solo e em 22% as perdas de água, embora tenham sido verificadas, em algumas situações, perdas iguais ou maiores de água no PD (Borges Filho, 2001). As perdas de solo e água variam principalmente em função do tipo de solo, da cultura, do relevo e do clima.

A redução da taxa de erosão aumenta indiretamente a rentabilidade econômica do sistema, seja devido à economia de recursos com atividades de replantio e reparo das curvas de nível, seja devido à economia de fertilizantes minerais, isto é, a uma menor necessidade de adubação.

A trajetória da linha de pesquisa em plantio direto (PD) é muito peculiar. Esse sistema foi introduzido no Brasil em 1972, e a pesquisa oficial, nessa área, permaneceu praticamente marginalizada até o final dos anos de 1980. Nesse período, o sistema de PD foi avançando em termos de área plantada e a pesquisa referente a esse sistema não conseguia atender a crescente demanda dos agricultores. A grande maioria das pesquisas desenvolvidas nesse período foi coordenada pelas empresas de defensivos agrícolas e pelos órgãos de pesquisa dos produtores ligados às cooperativas. Devido à sua importância e

impacto sobre o meio ambiente. De acordo com o CTIC (1997), nos sistemas conservacionistas, mais de 30% da superfície do solo deve permanecer coberta após o plantio com resíduos culturais.

¹¹⁰ A manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo propicia as condições necessárias para que a micro e a mesobiotas presentes no solo passem a atuar, produzindo, como resultado, um solo estruturado e pronto para ser semeado. Trata-se, portanto, de uma substituição de procedimentos mecânicos por processos biológicos naturais (Romeiro, 1998).

peculiaridade, a linha de pesquisa em PD será analisada mais detalhadamente na seção a seguir.

4.3.6.1 – A Linha de Pesquisa em Plantio Direto

O sistema de PD foi introduzido na região sul do Brasil no começo da década de 1970. Esse sistema se caracterizou como uma alternativa de manejo do solo para o controle da erosão, que havia se agravado, devido ao avanço do cultivo do binômio trigo-soja na região.

Em decorrência das elevadas taxas de erosão, a manutenção dos níveis de produtividade das culturas estava exigindo reposições cada vez maiores de adubos e corretivos para compensar as perdas de solo fértil. Num primeiro momento, esses custos com a reposição de insumos foram mascarados pelos fortes subsídios oferecidos pelo governo, tornando os agricultores menos sensíveis a esse problema. Porém, o agravamento do processo erosivo e a redução dos subsídios ao crédito rural contribuíram para que os custos com a reposição dos fertilizantes passassem a representar um custo real, o que acabou sensibilizando os agricultores e tornando-os mais receptivos às técnicas de conservação do solo.

Nesse período, o PD só se expandiu nas regiões onde havia o interesse por parte dos agricultores de adotar o sistema. Nas áreas onde não existia esse interesse, os agricultores não adotaram a tecnologia, mesmo com o intenso trabalho de difusão realizado pelas empresas de insumos agrícolas. Na região Norte do Paraná, por exemplo, apesar do intenso trabalho de difusão realizado pelas empresas, os agricultores não se interessaram pelo sistema. Isto porque o principal mecanismo indutor do PD era o controle da erosão, e os solos da região não apresentavam graves problemas nesse aspecto. Além disso, os solos da região são bastante férteis, fazendo com que o impacto financeiro dos problemas provocados pela erosão (isto é, uma maior necessidade de adubação) não fosse sentido pelos agricultores. Assim, mesmo com todo o esforço das empresas, os agricultores não adotaram o sistema nesse período.

Na região dos Campos Gerais do Paraná, o processo degenerativo dos solos foi intenso, o que acabou acarretando reações importantes de diversos órgãos, inclusive dos bancos (como o Banco do Brasil) que estavam sendo afetados economicamente pelo problema da erosão por causa do seguro agrícola. A reação dos bancos a esse problema foi pressionar os agricultores para que eles adotassem técnicas de manejo para a conservação do solo. Nesse sentido, o banco só liberava o financiamento com o laudo de conservação do solo. A pressão exercida pelos órgãos financiadores contribuiu para que os agricultores tornaram-se mais receptivos às novas alternativas tecnológicas para o controle da erosão.

A partir da adoção do PD, esses agricultores começaram a enfrentar dificuldades técnicas não só com esse novo sistema em si, mas também com a falta de apoio da extensão rural (Acarpa), que atendia prioritariamente os pequenos e médios agricultores e que, portanto, não se interessava pelo novo sistema, uma vez que a extensão rural alegava que ele beneficiava somente os grandes agricultores. Nesse período, o sistema de PD apresentava uma série de dificuldades, devidas principalmente aos seguintes fatores: *i*) ausência de máquinas para o plantio com desempenho satisfatório; *ii*) dificuldades no controle das plantas daninhas e *iii*) atraso da pesquisa em relação à demanda dos agricultores.

O atraso da pesquisa em relação à demanda dos agricultores ocorreu pelo fato do PD, ter sido introduzido simultaneamente na pesquisa e no campo, ocasionando, assim, uma carência de informações técnicas no início do sistema. Dessa forma, havia um hiato tecnológico, pois a pesquisa necessita de um certo tempo para a obtenção de dados confiáveis no que diz respeito à introdução de uma tecnologia nova. Nesse sentido, as informações técnicas geradas pela pesquisa não conseguiam acompanhar a demanda dos agricultores.

O atraso na geração de informações pela pesquisa e o desinteresse da extensão rural pelo sistema de PD contribuiu para que as indústrias de insumos e equipamentos agrícolas assumissem um papel muito importante na geração de pesquisa e no controle da assistência técnica. As indústrias passaram a fazer convênios com os órgãos oficiais de pesquisa (IAPAR, CNPT/Embrapa) para o desenvolvimento de experiências na área agrônômica e também na área de máquinas agrícolas, visando atender a demanda dos

agricultores. Além das pesquisas, as indústrias, nesse momento, também assumiram o controle da assistência técnica.

Portanto, a adoção do “pacote tecnológico” de PD oferecido pelas empresas produtoras de herbicidas gerou uma dependência dos agricultores em relação a elas, pois somente os técnicos ligados às empresas recomendavam a dosagem e os produtos a serem utilizados nas lavouras. Como o interesse das empresas era a venda de determinados herbicidas, os agricultores ficaram dependentes nesse processo, na medida em que não existiam pesquisas e outras opções de assistência técnica no momento.

Diante das circunstâncias em que se encontravam, os agricultores começaram uma reação. Nesse sentido, as cooperativas de agricultores destacaram do seu corpo técnico alguns agrônomos para se dedicarem exclusivamente ao sistema de PD. Esses agrônomos passaram a fornecer assistência técnica diretamente aos produtores, diminuindo, assim, a influência das empresas na recomendação/dosagens dos herbicidas.

Porém, a falta de informações sobre o sistema nos Campos Gerais impulsionou os agricultores a buscarem respostas para os problemas apresentados. Através de suas cooperativas, os agricultores contrataram pesquisadores estrangeiros com experiência no sistema e começaram a realizar pesquisas específicas para resolver seus problemas, de modo a atender a demanda dos seus cooperados.

Em 1981, as pesquisas em PD foram suspensas no IAPAR¹¹¹ (Instituto Agrônomo do Paraná). Diante disso, os agricultores, através de suas cooperativas, se viram obrigados a aprimorar sua estrutura de pesquisa, fundando sua própria instituição, a Fundação ABC. Com o passar do tempo, a Fundação ABC tornou-se uma das principais responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologia em PD, não só no Brasil mas em toda a América do Sul.

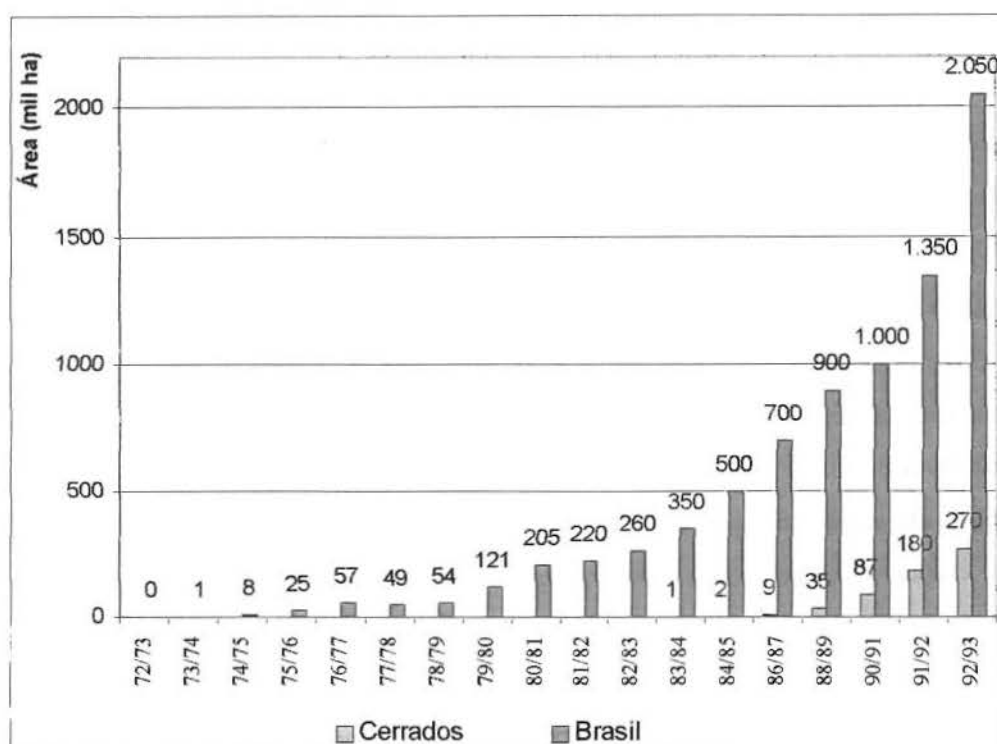
À medida que os gargalos tecnológicos foram sendo superados, principalmente em relação ao controle das invasoras (ou seja, graças à evolução dos herbicidas), o sistema de PD começou a diminuir o custo de produção ao longo do anos, e a área plantada com o sistema foi se expandindo na região sul do país (ver Figura IV-07).

¹¹¹ Nesse período, o IAPAR passou a direcionar suas pesquisas em direção aos pequenos agricultores, incluindo a agricultura alternativa.

Na região dos Cerrados, o sistema de PD foi introduzido no início dos anos de 1980. No entanto, a evolução do sistema na região foi muito lenta, pois a transposição do sistema de PD da região Sul para os Cerrados apresentou uma série de dificuldades em decorrência das diferenças climáticas. O inverno seco e relativamente quente não permitiu o cultivo das culturas de inverno utilizadas normalmente no sul do país. Assim, a tecnologia teve que ser adaptada para os Cerrados.

Nos Cerrados, os agricultores e as empresas de herbicidas foram os principais agentes responsáveis pelo desenvolvimento no início do sistema. Porém, os agricultores dos Cerrados tiveram uma participação menor no processo inicial, quando comparado aos agricultores da região Sul. A participação dos agricultores resumiu-se às adaptações no sistema, enquanto as pesquisas não encontravam espécies capazes de se desenvolver no período de inverno (3 a 4 meses sem chuvas) para possibilitar a formação da cobertura morta. A partir da fundação das suas próprias instituições de pesquisa, a Fundação MS e a Fundação MT, os agricultores passaram a ter uma participação mais consistente. Essas duas instituições apresentaram uma importância muito grande no desenvolvimento de tecnologias para os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

A evolução da área com PD na região sul e na região dos Cerrados até o início dos anos de 1990, encontra-se na Figura IV-07.



Fonte: FEBRAPDP e APDC

Figura IV-07 – Evolução da área com plantio direto no Brasil e na região dos Cerrados de 1972 a 1992 – em mil hectares

Apesar do grande aumento da área com PD no Brasil, os estudos referentes ao PD coordenados pela Embrapa, nesse período, apresentaram um crescimento muito pequeno (ver Tabela IV-09). Dessa forma, as pesquisas realizadas não conseguiram atender a demanda dos produtores. É importante ressaltarmos que os estudos apresentados na Tabela IV-09 são referentes *apenas às pesquisas coordenadas pela Embrapa e que constam do Pronapa*, e não de todas as pesquisas realizadas com PD no Brasil.

Além do pequeno número de pesquisas, outro problema apresentado nesse período foi o fato de as pesquisas terem se concentrado em poucos centros da Embrapa (Tabela IV-09). Os estudos coordenados pelos Órgãos Estaduais de pesquisa, por sua vez, começaram apenas em 1986, mas também apresentaram um pequeno número de instituições engajadas nas pesquisas com PD coordenadas pela Embrapa. Já as Universidades não apresentaram projetos de pesquisa sob sua coordenação no período analisado.

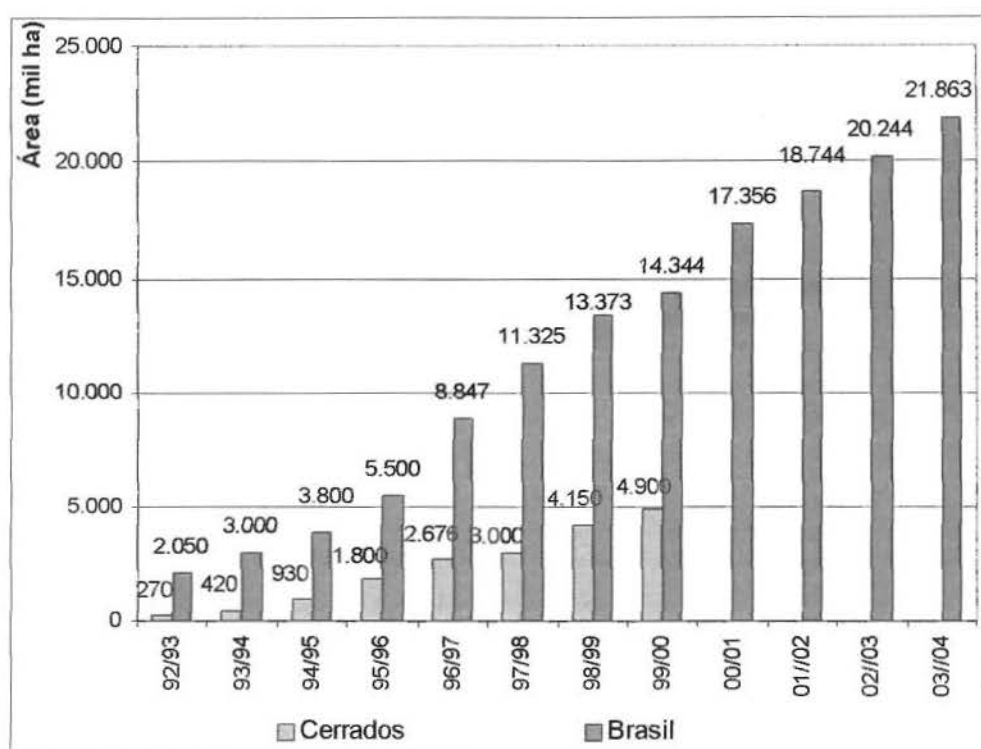
Tabela IV-09 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa com o Sistema de Plantio Direto, e a quantidade de instituições responsáveis pelas pesquisas (Centros da Embrapa, Órgãos Estaduais de Pesquisa e Universidades), no período de 1978 a 1992

Ano	Nº total de Pesquisas Realizadas	Nº de Centros da Embrapa	Nº de Órgãos Estaduais de pesquisa	Nº de Universidades
1978	3	2	-	-
1979	1	1	-	-
1980	1	1	-	-
1981	4	2	-	-
1982	4	2	-	-
1983	4	2	-	-
1984	7	2	-	-
1985	9	2	-	-
1986	11	2	1	-
1987	12	2	3	-
1988	14	2	3	-
1989	13	2	3	-
1990	13	2	3	-
1992	16	4	2	-
Total	112	28	15	0

Fonte: Dados da pesquisa

Em 1992, a tecnologia estava praticamente pronta, e, assim, os custos de produção no PD ficaram menores do que no plantio convencional. A partir desse momento, houve um grande aumento na área com PD em todo o país (Figura IV-08). Esse aumento de área deve-se, principalmente, ao menor custo de produção no PD e ao intenso trabalho de difusão do sistema realizado pelas Associações de PD que se formaram nesse período (FEBRAPDP – Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, APDC – Associação de Plantio Direto no Cerrado, e GPD – Grupo de Plantio Direto)¹¹².

¹¹² Sobre o processo de formação das Associações de PD no Brasil ver Borges Filho (2001).



Fonte: FEBRAPDP e APDC

* A partir da safra 2000/2001 não foi mais divulgada a área com plantio direto, na região do cerrado, isoladamente.

Figura IV-08 – Evolução da área com plantio direto no Brasil e na região dos Cerrados de 1992 a 2003 – em mil hectares

As Associações de PD realizaram vários projetos e eventos nacionais e regionais para difundir o sistema em todas as regiões do país. Além do importante papel na difusão do sistema, as Associações de PD atualmente vêm exercendo forte influência na definição das políticas públicas para o desenvolvimento do PD.

Uma das mais recentes conquistas das Associações de PD foi a obtenção da prioridade das pesquisas em PD pelos órgãos de fomento às pesquisas no Brasil. Em 1998, a FEBRAPDP, com o apoio da APDC e em conjunto com a Embrapa e a FUNAPE/GO (Fundação de Apoio a Pesquisa), desenvolveram o “Projeto Plataforma Tecnológica para o Direcionamento de Projetos Cooperativos de P&D em Sistema Plantio Direto”.¹¹³

Os recursos financeiros para o projeto foram oriundos do Plano de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – PADCT dentro de um programa entre o Governo Brasileiro (Ministério da Ciência e Tecnologia) e o Banco Mundial, sob a

¹¹³ (Projeto CNPq/PADCT n.62.0041/99-4).

administração do CNPq. A execução do projeto ficou a cargo da Embrapa, com a participação de suas unidades; das Empresas Estaduais de pesquisa e de Assistência Técnica e Extensão Rural; de Universidades, dos Clubes amigos da Terra; de Fundações, Associações e Cooperativas; além da iniciativa privada, como co-executores.

Os resultados desse projeto foram o aumento no número de pesquisas sobre PD e uma maior descentralização da pesquisa entre as instituições envolvidas (Tabela IV-10). A partir desse projeto, as pesquisas não ficaram somente concentradas nas unidades da Embrapa e nos órgãos estaduais de pesquisa, ou seja, as Universidades passaram a apresentar um papel importante na condução das pesquisas sobre PD.

Tabela IV-10 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa com o Sistema de Plantio Direto, e a quantidade de instituições responsáveis pelas pesquisas (Centros da Embrapa, Órgãos Estaduais de Pesquisa e Universidades), no período de 1992 a 2002

Ano	Nº total de Pesquisas Realizadas	Nº de Centros da Embrapa	Nº de Órgãos Estaduais de pesquisa	Nº de Universidades
1992	16	4	2	-
1993	15	3	2	-
1996	22	6	2	-
1997	21	7	2	-
1998	21	10	0	-
1999	33	9	0	1
2000	54	9	2	5
2001	40	8	3	4
2002	54	8	2	3
Total	276	64	15	13

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com a Embrapa (2002c), a adoção do sistema de PD no país interrompeu a erosão anual de quase 100 milhões de toneladas de solo rico em nutrientes. Além disso, estima-se que mais de 18 bilhões de metros cúbicos de água sejam mantidos no solo. Isso não só contribui para o ciclo longo da água e para evitar o assoreamento de cursos e reservatórios de água, mas também melhora a qualidade da água e diminui os riscos de enchentes. Assim, a diminuição das perdas de solo e nutrientes contribuiu para que a Embrapa estimasse uma economia da ordem de 1 bilhão de reais a cada ano.

Além dos benefícios da redução da taxa de erosão, o sistema de PD aumenta o teor de matéria orgânica do solo. Nesse sentido, o PD pode desempenhar um papel importante no balanço do carbono, elemento crítico no processo de aquecimento global. Estima-se que, a cada 1% de aumento no teor de matéria orgânica na camada superior do solo (20 cm), 130 milhões de toneladas de carbono sejam imobilizadas (Embrapa, 2002c). Além disso, a redução das tradicionais operações de preparo do solo, diminuiu significativamente o uso de combustíveis fósseis, contribuindo para uma menor emissão de gases que interferem no efeito estufa. Estima-se que a adoção do PD contribua para reduzir o consumo anual de óleo diesel em aproximadamente 20 milhões de barris (Embrapa, 2002c).

Em resumo, as pesquisas aplicadas na área-problema de Solos (manejo e conservação) concentraram-se nos estudos referentes às práticas de conservação do solo e erosão (perda de solo e água) durante a primeira sistemática e modelo circular. No SEP, as pesquisas convergiram para o sistema de PD, principalmente em função do *Projeto Plataforma Tecnológica para o Direcionamento de Projetos Cooperativos de P&D em Sistema Plantio Direto*, iniciado em 1998. Antes desse projeto, as pesquisas com PD na Embrapa apesar de ter apresentado um crescimento ao longo dos anos, ficava retido a um número muito reduzido de unidades da Embrapa, entre as quais o CNPSO e o CNPT, que apresentaram destaque nessa linha de pesquisa. A partir da implantação do projeto, além de ampliar o número de centros da Embrapa com pesquisa em PD, as Universidades também começaram a fazer pesquisas nessa área.

A trajetória das pesquisas com PD mostra ainda que a Embrapa não conseguiu atender a demanda dos agricultores, no início do sistema. Para solucionar tal situação, os agricultores, através de suas cooperativas, contrataram pesquisadores com experiência no assunto para que, posteriormente, fundassem a sua própria instituição de pesquisa, com o objetivo de atender as suas demandas. Apesar da grande evolução do sistema, em termos de área plantada, a Embrapa somente engajou no sistema de PD em 1999, isto é, a partir do lançamento do Projeto Plataforma em Sistema Plantio Direto.

4.3.7 – Recursos Hídricos

A preocupação com os recursos hídricos em âmbito mundial vem aumentando muito nos últimos anos, em virtude de a água estar se tornando um recurso cada vez mais escasso. Dessa forma, a água passou a ser abordada com frequência em todos os foros sobre meio ambiente, como também de saúde humana.

Diversas são as causas da diminuição da oferta de água, entre elas as atividades poluidoras de mananciais, entre as quais se encontra a agricultura. Outro problema, é que o homem vem utilizando, em suas atividades, aproximadamente 2,5 vezes mais água do que a quantidade disponível em todos os rios do planeta, o que tem obrigado a crescente utilização da água existente nos lagos e em lençóis subterrâneos.

Em relação à agricultura brasileira, o consumo de água concentra-se nas atividades de irrigação, a qual têm se crescido de forma intensa e rápida. A falta de controle na captação e uso de água para irrigação, seja ela de fonte superficial ou subterrânea, tem ocasionado problemas que vão desde a extinção de nascentes até o rebaixamento do nível d' água em poços profundos principalmente em regiões em que a água subterrânea é utilizada para irrigação agrícola.

Segundo estudos da Comissão Mundial da Água, estima-se que, para o século XXI, metade da população mundial sofrerá com a falta de água ou disporá apenas de água insalubre, em decorrência da contaminação de rios e mares, do desperdício e da má administração de recursos naturais.

A partir da década de 1990, diante da relevância do problema, a Embrapa começou a desenvolver pesquisas com a temática principal na qualidade e preservação dos recursos hídricos. As linhas de pesquisas desenvolvidas na área-problema de Recursos Hídricos foram as seguintes:

- *Caracterização dos recursos hídricos* – compreendem as pesquisas cujo objetivo principal era fazer uma avaliação dos recursos hídricos: qualidade e preservação da água, diagnóstico das águas subterrâneas, indicadores da qualidade da água, etc.
- *Contaminação da água e dos peixes com mercúrio* – pesquisas realizadas para identificar, analisar e quantificar a contaminação dos recursos hídricos por

mercúrio. Incluem nessa linha de pesquisas, os estudos referentes à contaminação dos peixes por mercúrio.

É importante ressaltarmos que as pesquisas de contaminação dos recursos hídricos por defensivos agrícolas foram analisadas na seção 4.3.3. A Tabela IV-11 apresenta a evolução das pesquisas na área-problema de Recursos Hídricos.

Tabela IV-11 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes à caracterização dos recursos hídricos e contaminação da água e dos peixes com mercúrio.

Ano	Caracterização dos recursos hídricos		Contaminação da água e dos peixes com mercúrio		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1989	-	-	1	100	1	100
1990	-	-	1	100	1	100
1992	-	-	0	0	0	0
1993	-	-	1	100	1	100
Parcial	-	-	3	100	3	100
1996	5	83,3	1	16,7	6	100
1997	1	50,0	1	50,0	2	100
1998	4	80,0	1	20,0	5	100
1999	10	90,9	1	9,1	11	100
2000	10	90,9	1	9,1	11	100
2001	10	90,9	1	9,1	11	100
2002	13	100,0	0	0	13	100
Parcial	53	89,8	6	10,2	59	100
Total	53	85,5	9	14,5	62	100

Fonte: Dados da Pesquisa

Conforme podemos perceber na Tabela IV-11, a partir de 1989, a Embrapa começou a realizar estudos com a temática principal em recursos hídricos. No entanto, as pesquisas ganharam importância somente a partir do SEP, quando foi implementado o Programa 01 – *Recursos naturais: avaliação, manejo e recuperação*, e o Programa 11 – *Proteção e avaliação da qualidade ambiental*. Apesar dos estudos referentes à contaminação dos recursos hídricos por defensivos agrícolas não fazerem parte dessa área-problema, as pesquisas nessa linha começaram, também, a ser realizadas nesse período (ver Tabela IV-03, na seção 4.3.3).

Durante o SEP, as pesquisas referentes à caracterização dos recursos hídricos apresentaram uma elevação do número de pesquisas realizadas, com exceção do ano de 1997, que apresentou uma redução. Em 1996 foram realizadas 5 pesquisas; em 2002, elas aumentaram para 13.

Em síntese, na década de 1990, as pesquisas na área-problema de recursos hídricos foram iniciadas devido ao aumento da demanda por pesquisas para proteção dos recursos naturais em função do agravamento dos problemas ambientais. Durante o SEP, ocorreu um aumento das pesquisas nessa área, indicando uma consonância entre os projetos desenvolvidos na Embrapa e as questões ambientais. Atualmente, a questão dos recursos hídricos tem assumido uma grande importância em todos os setores da sociedade, em virtude de a água estar se tornando, cada vez mais, um recurso escasso.

4.3.8 – Recuperação de Áreas Degradadas

De acordo com a Embrapa (2003), mais de 15% dos solos do mundo encontram-se degradados ou em processo de degradação. Na região tropical, a situação ainda é pior: mais da metade dos solos tropicais possuem algum grau de degradação. Das áreas degradadas, 98,8% estão relacionadas às atividades de produção e extrativismo e 1,2%, às atividades industriais e de mineração (que causam degradação de maior intensidade).

Além dos solos, a cobertura vegetal, incluindo as matas ciliares, encontra-se em estágio avançado de degradação em nosso país. As matas ciliares são fundamentais para o equilíbrio ecológico, pois não só oferecem proteção para as águas e o solo, mas também reduzem o assoreamento de rios, lagos e represas e impedem o aporte de poluentes para o meio aquático. Além disso, elas formam corredores que contribuem para a conservação da biodiversidade, fornecem alimento e abrigo para a fauna e constituem barreiras naturais contra a disseminação de pragas e doenças da agricultura.

A área-problema Recuperação de Áreas Degradadas compreende as seguintes linhas de pesquisa:

- *Levantamento, manejo, recuperação dos solos e áreas degradadas* – pesquisas realizadas com levantamento de áreas degradadas; sistemas de manejo em áreas degradadas; recuperação de áreas degradadas com leguminosas, em associação com microorganismos benéficos ou outras espécies vegetais, etc. Compreende também as pesquisas sobre reflorestamento de áreas naturais, isto é, reflorestamento com vegetação natural e não com espécies comerciais, como, por exemplo, eucalipto e pinus;
- *Recuperação Matas Galerias e Ciliares* – pesquisas com o objetivo de recuperação de matas galerias e ciliares, com o objetivo de proteger os cursos de água;
- *Preservação da Mata Atlântica* – pesquisas referentes à Mata Atlântica, compreendendo desde o mapeamento a estudos de preservação.¹¹⁴

A evolução das pesquisas na área-problema de Recuperação de Áreas Degradadas encontra-se na Tabela IV-12.

As pesquisas sobre levantamento, manejo, recuperação dos solos e áreas degradadas oscilaram bastante durante todo o período. Os estudos nessa linha iniciaram em 1981 (1 pesquisa). A partir de 1984, os estudos apresentaram uma elevação, permanecendo em torno de 9 pesquisas até 1990. No início da década de 1990, as pesquisas permaneceram baixas até a introdução do SEP. A partir daí, elas ganharam um impulso, atingindo 22 pesquisas em 1997, mas, em seguida, apresentaram uma redução, terminando, em 2002, com apenas 11 pesquisas realizadas. A elevação dessa linha de pesquisa no SEP deve-se à implementação do Macroprograma 01 – *Recursos naturais: avaliação, manejo e recuperação*, e do Macroprograma 11 – *Proteção e avaliação da qualidade ambiental*.

No período de 1992 a 2000, a Embrapa coordenou projetos na linha de pesquisa de recuperação de matas galerias e ciliares. No entanto, as pesquisas permaneceram baixas durante todo o tempo, sendo realizadas somente 12 pesquisas em todo o período analisado.

¹¹⁴ Em 500 anos de ocupação, o extrativismo, a expansão das fronteiras agropecuárias e a urbanização, destruíram quase tudo da Mata Atlântica. Em 1500, os domínios da Mata Atlântica cobriam mais de 1 milhão de quilômetros quadrados (1.085.544 km²), ou seja, 12% do território nacional. Em 1990, os remanescentes da floresta atingiam pouco mais de 95 mil quilômetros quadrados (95.641 km²), ou 8,81% da mata original. Um outro levantamento feito pelo Inpe – Instituto de Pesquisas Espaciais e pela SOS Mata Atlântica, em 1995, concluiu que cerca de 10% dos remanescentes foram destruídos na primeira metade da década de 1990 (SOS Mata Atlântica, 2001).

Com a implantação do SEP, a Embrapa deu início também a uma linha de pesquisa sobre a Preservação da Mata Atlântica. No entanto, as pesquisas permaneceram praticamente estáveis durante todo o período, com uma média de 6 pesquisas.

Tabela IV-12 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes ao estudo com levantamento, manejo e recuperação de áreas degradadas; recuperação de matas galerias e ciliares; e preservação da mata atlântica

Ano	Levantamento/ Manejo/ Recuperação dos Solos e Áreas Degradadas		Recuperação Matas Galerias e Ciliares		Preservação da Mata Atlântica		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1981	1	100	-	-	-	-	1	100
1982	2	100	-	-	-	-	2	100
1983	1	100	-	-	-	-	1	100
1984	6	100	-	-	-	-	6	100
1985	11	100	-	-	-	-	11	100
1986	10	100	-	-	-	-	10	100
1987	9	100	-	-	-	-	9	100
1988	10	100	-	-	-	-	10	100
1989	8	100	-	-	-	-	8	100
1990	9	100	-	-	-	-	9	100
1992	4	57,1	3	42,9	-	-	7	100
1993	4	66,7	2	33,3	-	-	6	100
Parcial	75	93,8	5	6,3	-	-	80	100
1996	20	71,4	2	7,1	6	21,4	28	100
1997	22	73,3	2	6,7	6	20,0	30	100
1998	17	68,0	1	4,0	7	28,0	25	100
1999	5	38,5	1	7,7	7	53,8	13	100
2000	15	71,4	1	4,8	5	23,8	21	100
2001	14	66,7	-	-	7	33,3	21	100
2002	11	64,7	-	-	6	35,3	17	100
Parcial	104	67,1	7	4,5	44	28,4	155	100
Total	179	76,2	12	5,1	44	18,7	235	100

Fonte: Dados da pesquisa

Em suma, os estudos referentes à área-problema de Recuperação de Áreas Degradadas ganharam um grande impulso durante o SEP, principalmente em função da implementação dos Programas 01 e 11. Nesse período, além das pesquisas sobre recuperação de áreas agrícolas, a Embrapa desenvolveu pesquisas em áreas de conservação e preservação como matas galerias e ciliares e no bioma Mata Atlântica.

4.3.9 – Monitoramento e Avaliação Ambiental

Na década de 1990, a crescente preocupação com a degradação do meio ambiente despertou o interesse na busca de instrumentos que contribuam para o monitoramento das condições ambientais. Nesse sentido, foram desenvolvidas as Tecnologias Instrumentais (ou ainda, de diagnóstico) que servem para medir, controlar, observar, aprender e fornecer uma base para a tomada de decisões, contribuindo para a avaliação *ex-ante* e *ex-post* de impactos ambientais de tecnologias (Rodrigues, 1998; Quirino et al., 1999). Além disso, as Tecnologias Instrumentais podem ser úteis em estudos prospectivos, pois permitem um melhor entendimento das alternativas tecnológicas disponíveis ou a serem buscadas, guiando ações e escolhas no presente (Bin, 2004).

As tecnologias instrumentais – relacionadas à avaliação, monitoramento e rastreabilidade – aplicadas à produção agrícola representam um elemento essencial nos processos de rotulagem e certificação ambiental dos produtos agrícolas, permitindo, tanto no mercado interno quanto no mercado externo, a negociação em bases padronizadas (Bin, 2004).

No âmbito da Embrapa, o monitoramento e avaliação de impacto ambiental foram incorporados de forma efetiva no SEP, sobretudo com a instituição, em 1994, do Programa 01 – *Recursos Naturais: avaliação, manejo e recuperação* e do Programa 11 – *Proteção e Avaliação da Qualidade Ambiental*.

O Programa 01 – *Recursos Naturais: avaliação, manejo e recuperação* – teve como objetivos organizar, sistematizar e difundir informações sobre recursos naturais. Nesse contexto, foram contempladas ações para fomentar e intensificar pesquisas sobre avaliação, conservação, preservação, recuperação e utilização dos recursos naturais. As prioridades do programa foram i) as atividades de caracterização de recursos naturais; ii) recuperação de áreas degradadas; e iii) manejo racional dos recursos solo-água-planta-fauna.

Já o objetivo do Programa 11 – *Proteção e Avaliação da Qualidade Ambiental* – foi a geração de conhecimentos e tecnologias que assegurassem a qualidade ambiental e, conseqüentemente, a sustentabilidade da agricultura e a qualidade de vida da sociedade como um todo. Assim, nesse programa, havia projetos destinados à: i) avaliação da

qualidade ambiental e da sustentabilidade agrícola; *ii*) avaliação dos impactos ambientais de atividades agrícolas; *iii*) desenvolvimento de medidas e tecnologias para manutenção ou recuperação da qualidade ambiental; e *iv*) desenvolvimento de métodos de avaliação e gerenciamento dos impactos, da qualidade ambiental e da sustentabilidade agrícola.

As linhas de pesquisa identificadas na área-problema de monitoramento e avaliação ambiental foram as seguintes:

- *Agricultura sustentável* – pesquisas visando obter uma agricultura sustentável através de um “manejo sustentável”. Assim como a agricultura sustentável, o conceito de “manejo sustentável” permite abrigar desde manejos que se contentam com simples ajustes no atual padrão produtivo até aqueles que apresentam uma mudança radical do sistema de produção atual;
- *Indicadores e diagnóstico de sustentabilidade* – pesquisas realizadas como o objetivo de construir indicadores para avaliar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, além de diagnóstico de sustentabilidade;
- *Avaliação, monitoramento e indicadores de impacto ambiental* – pesquisas referentes à avaliação, monitoramento e desenvolvimento de indicadores de impacto ambiental;
- *Planejamento e gestão ambiental* – estudos sobre planejamento e gestão ambiental. A gestão ambiental requer a contínua adoção de práticas que antecipem e previnam degradações do meio ambiente;
- *Educação ambiental*¹¹⁵ – atividades ligadas à educação agroambiental, como por exemplo, a capacitação de professores e extensionistas para educação agroambiental¹¹⁶;
- *Estudo e levantamento dos gases do efeito estufa e balanço de carbono e nitrogênio* – pesquisas realizadas sobre o potencial de acumulação de carbono em sistema

¹¹⁵ Conforme enunciado na lei n°. 9795 de 1999, a Educação Ambiental é um “processo por meio do qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”.

¹¹⁶ O desenvolvimento rural sustentável tem a educação ambiental não-formal como meio para alavancar o processo de melhoria da qualidade de vida, a partir da conscientização de agricultores e suas famílias tanto em termos de relações agricultura – qualidade ambiental – quanto de participação na construção e implementação de projetos de desenvolvimento locais ou comunitários com práticas e processos ambientalmente sustentáveis (Embrapa, 2001).

florestal e outras atividades agrícolas; levantamento das emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas; mercado de carbono, etc.

A evolução das pesquisas na área-problema de Avaliação Ambiental encontra-se na Tabela IV-13.

As pesquisas pertencentes a essa área-problema iniciaram-se no SEP, com exceção das pesquisas sobre avaliação, monitoramento e indicadores de impacto ambiental que começaram em 1988, ou seja, no final do Modelo Circular.

Entretanto, as pesquisas sobre avaliação, monitoramento e indicadores de impacto ambiental permaneceram baixas até 1990, com apenas 2 pesquisas realizadas. A partir desse momento, as pesquisas começaram a subir até 1996, quando alcançaram 12 pesquisas realizadas (28,6%). Os estudos declinaram nos dois anos seguintes, voltando a aumentar novamente em 1999 (10 pesquisas – 24,6%), e permanecendo com as pesquisas elevadas até o final do SEP.

A partir de 2000, isto é, nos últimos anos do SEP, a Embrapa começou a desenvolver um sistema para realizar a avaliação de impacto ambiental (AIA) das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa. Tal iniciativa deu origem ao Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-agro). O Ambitec-agro pretende ser um instrumento para sintetizar, e, apresentar os resultados e impactos das pesquisas coordenadas pela Embrapa.¹¹⁷ Nesse sentido, a AIA deixaria de ser pontual, ou seja, realizada em apenas alguns estudos – conforme as pesquisas que acabamos de analisar – para ser realizada de forma mais abrangente, incorporando todas as tecnologias desenvolvidas.

Dessa forma, a concepção da Embrapa é que o Ambitec-agro sirva como uma avaliação *ex-post* de novas tecnologias, considerando a percepção dos seus adotantes/usuários, além de melhorar a compreensão dos pesquisadores do instituto sobre

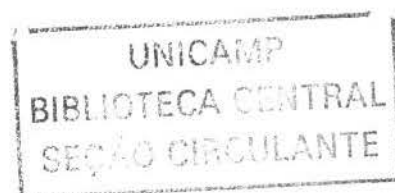
¹¹⁷ O Ambitec-Agro foi desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente, sendo originalmente desenvolvido para a avaliação de impactos ambientais de tecnologias agropecuárias. No entanto, em 2002, verificou-se a necessidade de ampliar a abrangência do sistema considerando as especificidades das tecnologias agroindustriais e de produção animal, resultando no Ambitec-agroindústria e Ambitec-produção animal (Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas para os segmentos da Agroindústria e da Produção Animal).

as implicações ambientais do desenvolvimento e adoção de inovações tecnológicas agropecuárias.

O Ambitec-agro é composto de um conjunto de planilhas eletrônicas (plataforma do MS-Excel®) e se destina a avaliar a contribuição de uma dada inovação tecnológica para melhoria ambiental na produção agropecuária através de quatro aspectos, desagregados em componentes (Rodrigues et al., 2000):

- i) **Alcance da tecnologia** expressa a escala geográfica na qual esta influencia a atividade ou produto, e é definido pela *abrangência* (a área total cultivada com o produto ou dedicada à atividade) e a *influência* (porcentagem desta área à qual a tecnologia se aplica);
- ii) **Eficiência tecnológica** refere-se à contribuição da tecnologia para a sustentabilidade da atividade agropecuária a montante do processo produtivo, representado pela redução da dependência do uso de insumos, sejam estes insumos tecnológicos ou naturais. Os indicadores de eficiência tecnológica são o uso de agroquímicos, o uso de energia, e o uso de recursos naturais;
- iii) **Conservação Ambiental** se refere à contaminação do ambiente pelos resíduos gerados pela atividade produtiva agropecuária (na atmosfera, solo e água) e a depauperação dos habitats naturais e da diversidade biológica devido à adoção da tecnologia. Esses impactos são avaliados por indicadores de emissão de poluentes relacionados com comprometimento potencial da qualidade ambiental da atmosfera, da capacidade produtiva do solo, da água e da perda de biodiversidade;
- iv) **Recuperação Ambiental** (ou Resiliência) refere-se à efetiva contribuição da inovação tecnológica para promover a recuperação da qualidade ambiental e dos ecossistemas, por melhoria das condições ou propriedades de compartimentos ambientais ou estoque de recursos. Assim, avalia-se a contribuição da inovação tecnológica para a efetiva recuperação de solos degradados (física, química e biologicamente), ecossistemas degradados, áreas de preservação permanente e da Reserva Legal.

A aplicação do sistema de AIA envolve uma entrevista/vistoria realizada pelo usuário do sistema e aplicada ao produtor/responsável pelo estabelecimento rural. Cada um dos aspectos (Alcance, Eficiência, Conservação e Recuperação Ambiental) é composto por



um conjunto de indicadores organizados em matrizes de ponderação automatizadas. Nessas matrizes, os componentes dos indicadores são valorados com coeficientes de alteração percebida no componente, conforme o conhecimento pessoal do produtor adotante da tecnologia.

Posteriormente, esse coeficiente é ponderado segundo uma escala de ocorrência (que explicita o espaço no qual ocorre o efeito – pontual, local, entorno) e pelo peso do componente. Os resultados finais da avaliação de impacto são expressos graficamente na planilha de AIA da Tecnologia, após ponderação automática dos coeficientes de alteração fornecidos pelo produtor/responsável pelos fatores de ponderação dados.

Finalmente, os indicadores são considerados em seu conjunto, para composição do Índice de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária. A composição deste índice envolve ponderação da importância do indicador e os pesos relativos aos indicadores podem ser alterados pelo usuário do sistema, desde que o total seja igual à unidade.

A relevância desse sistema não está na obtenção do Índice de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária, mas na sinalização de direções e na identificação do que deve ser enfatizado e melhorado na realização das atividades de P&D (Bin, 2004).

Ao longo de 2001, um estudo realizado com 120 tecnologias provenientes de 37 unidades da Embrapa para a AIA utilizou o sistema Ambitec-agro. Esse estudo verificou que tal sistema não foi efetivamente aplicado. A maioria dos estudos avaliados (79%) não usou as planilhas eletrônicas, ou seja, a maioria das avaliações foi realizada por meio de textos que descreviam as vantagens e desvantagens ambientais associadas à tecnologia, embora a maioria das tecnologias (58%) tenha sido avaliada de acordo com as orientações dos indicadores do sistema. A qualidade das avaliações, apesar de variável, foi, em geral, considerada regular e ruim (Irias et al., 2002 apud Bin, 2004).

A seguir, retomaremos a análise das linhas de pesquisa na área-problema de Avaliação Ambiental. As pesquisas com agricultura sustentável iniciaram-se, em 1996, com 21,4% das pesquisas realizadas na área-problema de Avaliação Ambiental. Durante o período do SEP, essas pesquisas apresentaram uma pequena oscilação, permanecendo em torno de 25,8%.

Os estudos sobre indicadores de diagnóstico de sustentabilidade também oscilaram no SEP. Em 1996, representavam 14,3% das pesquisas; em 1999, subiram para 24,4%. A partir desse ano, os estudos foram diminuindo, e, em 2002, representaram apenas 13,7% das pesquisas.

Já a linha de pesquisa em planejamento e gestão ambiental compreendia 14,3% dos estudos em 1996. Esses estudos subiram lentamente até 1998 (16,2%). A partir desse ano, eles foram reduzindo e em 2001 representaram apenas 2,6%. No entanto, em 2002, apresentaram uma grande alta ficando com 8,2%.

Tabela IV 13 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa com ênfase em agricultura sustentável; indicadores e diagnóstico de sustentabilidade; avaliação, monitoramento e indicadores de impacto ambiental; planejamento e gestão ambiental; educação ambiental; e estudo, levantamento dos gases do efeito estufa e balanço de carbono e nitrogênio

Ano	Agricultura Sustentável		Indicadores Diagnóstico de sustentabilidade		Avaliação / Monitoramento / Indicadores de Impacto Ambiental		Planejamento e gestão ambiental		Educação Ambiental		Estudo/ Levant. gases efeito estufa/ Balanço de C e N		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1988	-	-	-	-	2	100	-	-	-	-	-	-	2	100
1989	-	-	-	-	2	100	-	-	-	-	-	-	2	100
1990	-	-	-	-	2	100	-	-	-	-	-	-	2	100
1992	-	-	-	-	8	100	-	-	-	-	-	-	8	100
1993	-	-	-	-	12	100	-	-	-	-	-	-	12	100
Parcial	-	-	-	-	26	100	-	-	-	-	-	-	26	100
1996	9	21,4	6	14,3	12	28,6	6	14,3	4	9,5	5	11,9	42	100
1997	13	31,7	6	14,6	8	19,5	6	14,6	7	17,1	1	2,4	41	100
1998	13	35,1	5	13,5	6	16,2	6	16,2	4	10,8	3	8,1	37	100
1999	9	22,0	10	24,4	10	24,4	3	7,3	3	7,3	6	14,6	41	100
2000	13	24,1	11	20,4	17	31,5	3	5,6	2	3,7	8	14,8	54	100
2001	21	27,3	14	18,2	24	31,2	2	2,6	2	2,6	14	18,2	77	100
2002	16	21,9	10	13,7	19	26,0	6	8,2	1	1,4	21	28,8	73	100
Parcial	94	25,8	62	17,0	96	26,3	32	8,8	23	6,3	58	15,9	365	100
Total	94	24,0	62	15,9	122	31,2	32	8,2	23	5,9	58	14,8	391	100

Fonte: Dados da pesquisa

Os estudos com educação ambiental, por sua vez, chegaram a atingir 17,1% das pesquisas em 1997. A partir desse momento, as pesquisas entraram num processo contínuo de redução, e, em 2002, permaneceram com apenas 1,4% das pesquisas.

As pesquisas referentes ao estudo e levantamento dos gases do efeito estufa e ao balanço de carbono e nitrogênio oscilaram bastante nos primeiros anos do SEP. No início, as pesquisas se concentraram no balanço de nitrogênio e carbono no solo. A partir do ano 2000, as pesquisas tiveram um grande impulso. Ao se concentrarem no levantamento dos gases do efeito estufa e fixação de carbono, elas alcançaram 28,8% das pesquisas em 2002. O aumento do número dessas pesquisas, nos últimos anos, deve-se às mudanças climáticas (efeito estufa) e à implementação do protocolo de Kyoto.¹¹⁸

Como signatário da Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima,¹¹⁹ o Brasil assumiu, entre outros compromissos, a elaboração e atualização dos inventários de emissões antrópicas de gases em fontes-atividades e na agropecuária. Dessa forma, a necessidade de elaboração dos inventários explica, em parte, o aumento das pesquisas nessa área.

Além disso, o aumento das pesquisas ocorreu devido a dois fatores: *i)* a crescente necessidade de avaliar o potencial de emissão de gases de efeito estufa na agricultura; e *ii)* o potencial agropecuário para absorver ou seqüestrar carbono atmosférico. Nesse sentido, a adoção de medidas para o seqüestro de carbono atmosférico por atividades agrícolas poderá trazer novas oportunidades ao Brasil a partir da implementação do mercado de emissões de carbono.

Em resumo, as pesquisas na área-problema de Avaliação Ambiental surgiram durante o SEP, com exceção da linha de pesquisa sobre avaliação, monitoramento e indicadores de impacto ambiental, que se iniciaram no final do Modelo Circular. A grande maioria das pesquisas desenvolvidas durante o SEP pertenceu ao Programa 01 – *Recursos naturais: avaliação, manejo e recuperação*, e ao Programa 11 – *Proteção e avaliação da qualidade ambiental*. O surgimento dessas pesquisas nesse período reflete a preocupação da

¹¹⁸ O Protocolo de Kyoto foi firmado em 11 de dezembro de 1997. O tratado estabelece que os países industrializados reduzam, entre 2008 e 2012, as emissões de gases que provocam o efeito estufa (CO₂ ou gás carbônico, metano e outros) em pelo menos 5,2% abaixo dos níveis registrados em 1990. O Protocolo de Kyoto estabelece ainda que os países desenvolvidos, caso não consigam ou não desejem cumprir suas metas de redução de emissão de gases, podem comprar dos demais países títulos conhecidos como créditos de carbono. Nesse sentido, o crédito de carbono é um compromisso de reduzir a emissão (do gás) ou o direito de poluir até uma determinada cota.

¹¹⁹ A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança de Clima, adotada em 1992, recomenda que todas as partes signatárias (países membros) formulem e implementem programas para mitigar a mudança climática e facilitar a adaptação à esta sobre a base em suas responsabilidades comuns e diferenciadas, levando-se em conta suas prioridades de desenvolvimento, objetivos e circunstâncias nacionais e regionais.

Embrapa em atender as demandas ambientais – expressa principalmente através da rotulagem e certificação ambiental – que ganharam grandes proporções na segunda metade da década de 1990. Dessa forma, as pesquisas procuraram avaliar os impactos ambientais das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa, prevendo-se um possível cenário de adoção crescente de padrões ambientais para colocação de produtos nos mercados internacionais.

Para avaliar os impactos ambientais das tecnologias geradas, a Embrapa desenvolveu o Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-agro). O desenvolvimento e uso do Ambitec-agro reforça a constatação sobre a preocupação e incorporação das questões ambientais na Embrapa. Esse sistema não é simplesmente uma AIA, o Ambitec-agro também auxilia na indicação de ações corretoras ou potenciais caminhos para melhorias ambientais a serem implementadas nos projetos. No entanto, é importante que ele seja aperfeiçoado e complementado por iniciativas de AIA *ex-ante*, aplicadas na fase de planejamento de projetos e que oriente a priorização e a programação da pesquisa.

4.3.10 – Outras Concepções de Agricultura

Conforme apresentamos no capítulo 02, a necessidade do estabelecimento de um novo padrão produtivo que, por um lado, não agrida o meio ambiente e, por outro lado, mantenha as características dos agroecossistemas por longos períodos, contribuiu para que os movimentos de agricultura alternativa (como a agricultura orgânica) até então discriminados, passassem a ser respeitados e ter o seu valor reconhecido. Além disso, surgiram outras concepções de agricultura (como a agricultura de precisão) que se caracterizam como um aprimoramento das técnicas agrícolas usadas atualmente. Nesse sentido, a agricultura de precisão se apresenta como uma resposta da agricultura convencional às novas restrições ambientais.

Os sistemas agroflorestais, por sua vez, designam o uso do solo mediante o manejo das árvores. O ponto em comum entre a agroecologia e os sistemas agroflorestais reside no fato de que ambos pretendem otimizar os efeitos benéficos das interações que ocorrem entre as árvores e os cultivos agrícolas. Dessa forma, obtém-se uma maior

diversidade de produtos, uma diminuição da necessidade de insumos externos e uma redução dos impactos ambientais da agricultura convencional. Essa afinidade de objetivos possibilita que os sistemas agroflorestais sejam inseridos num contexto agroecológico de produção e contribuam significativamente para o desenvolvimento equilibrado, integrado e duradouro, tanto da paisagem natural quanto das comunidades humanas que nela habitam.

As linhas de pesquisa identificadas nessa área-problema são as seguintes:

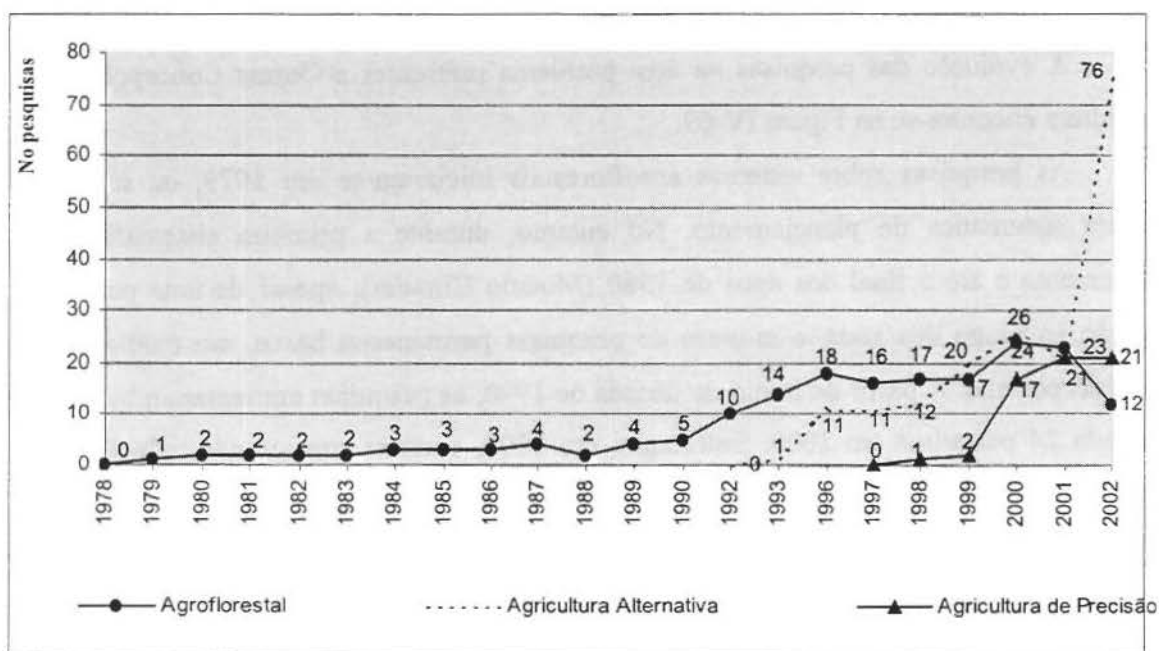
- *Agricultura alternativa* – pesquisas referentes à agricultura alternativa, ou seja, que adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, como por exemplo, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos;
- *Agricultura de precisão* – estudos sobre agricultura de precisão. A agricultura de precisão é um sistema de manejo integrado de informações e tecnologias fundamentado nos conceitos de que as variabilidades espaciais e temporais influenciam nos rendimentos dos cultivos. Essa forma de agricultura faz uso intenso do GPS (sistema de posicionamento global), do GIS (sistema de informações geográficas), de instrumentos e de sensores para medidas ou detecção de parâmetros ou de alvos de interesse no agroecossistema (como solo, planta, insetos e doenças), de métodos quantitativos e da mecatrônica;
- *Sistemas Agroflorestais* – pesquisas com sistemas agroflorestais. O termo "agrofloresta" designa o uso do solo mediante o manejo das árvores. Através da introdução e mistura de árvores ou arbustos nos campos de produção agrícola obtém-se vários benefícios a partir das interações ecológicas e econômicas que acontecem nesse processo. Existem muitas variações nas práticas que são incluídas na categoria de agrofloresta: na *agrossilvicultura*, as árvores são combinadas com culturas agrícolas; em *sistemas silvopastoris*, elas são combinadas com produção animal; e em *sistemas agrossilvopastoris* o produtor maneja uma mescla de árvores, culturas e animais. No entanto, nessa linha de pesquisa foram consideradas apenas as pesquisas com agrossilvicultura e agrossilvopastoris, em função das pesquisas com atividade animal não fazerem parte do nosso objeto de estudo.

A evolução das pesquisas na área-problema referentes a Outras Concepções de Agricultura encontra-se na Figura IV-09.

As pesquisas sobre sistemas agroflorestais iniciaram-se em 1979, ou seja, na primeira sistemática de planejamento. No entanto, durante a primeira sistemática de planejamento e até o final dos anos de 1980 (Modelo Circular), apesar de uma pequena elevação ao longo dos anos, o número de pesquisas permaneceu baixo, em média de 3 pesquisas por ano. A partir do início da década de 1990, as pesquisas aumentaram bastante atingindo 24 pesquisas em 2000. Entretanto, em 2002, ocorreu uma grande redução das pesquisas, sendo realizados apenas 12 estudos.

Os estudos a respeito da agricultura alternativa, por sua vez, iniciaram-se no final do modelo circular (1993), com apenas uma pesquisa realizada. Em 1996, isto é, no período do SEP, foram realizadas 11 pesquisas. Os estudos foram aumentando lentamente, e em 2000, atingiram 26 pesquisas. Em 2001, as pesquisas reduziram para 21, e no ano seguinte (2002), deram um salto para 76 pesquisas. Esse aumento nas pesquisas deve-se ao fortalecimento das pesquisas sobre agricultura alternativa no Programa 09 – Sistema de produção da agricultura familiar – e no Projeto de apoio ao desenvolvimento de tecnologia agropecuária para o Brasil (Prodetab).

Os estudos sobre Agricultura Alternativa poderiam ter sido iniciados na segunda metade da década de 1980, ou seja, ainda no Modelo Circular. Em 1985, a pedido da Diretoria da Embrapa – presidida pelo Prof. Luiz Carlos Pinheiro Machado – foi desenvolvido o Programa de Agricultura Alternativa. Os objetivos desse programa eram maximizar os benefícios sociais e a auto-sustentação do processo produtivo; minimizar e até eliminar a dependência de fertilizantes químicos, agrotóxicos e energia não renovável; e preservar o meio ambiente, através de otimização do uso dos recursos naturais e sócio-econômicos disponíveis. No entanto, esse programa de pesquisa, apesar de ter sido totalmente elaborado, ele não chegou a ser implantado no Modelo Circular, em decorrência de alterações na alta direção da Embrapa, isto é, o afastamento do Prof. Luiz Carlos Pinheiro Machado.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura IV-09 – Número de pesquisas coordenadas pela Embrapa referentes à Agroflorestal, Agricultura Alternativa e Agricultura de Precisão

Além do aumento do número de pesquisas, nos últimos anos, com agricultura alternativa, observamos também um aumento do número de instituições envolvidas nesse processo (ver Tabela IV-14). Em 1999, por exemplo, apenas um centro da Embrapa trabalhou com agricultura alternativa. No ano seguinte, o número de centros aumentou para 5, e em 2000, o número de centros subiu para 14. O número de Órgãos Estaduais de Pesquisa, Universidades e Outras Instituições (principalmente ONGs), também aumentaram nos últimos anos.

A maior parte das pesquisas em agricultura alternativa realizada pela Embrapa foi desenvolvida no centro de Agrobiologia, localizado no município de Seropédica – RJ. O centro implantou em 1993, a "Fazendinha Agroecológica" (SIPA- Sistema Integrado de Produção Agroecológica), em parceria com o CNPS, a UFRuralRJ e a PESAGRO-Rio (através da Estação Experimental de Itaguaí). Trata-se de uma área de aproximadamente 70 hectares, situada na Baixada Fluminense (RJ), onde são realizadas pesquisas de campo, dentro de um sistema multidiversificado, sem o uso de agroquímicos sintéticos, enfatizando

a integração lavoura-pecuária.¹²⁰

Tabela IV-14 – Número de Centros da Embrapa, Órgãos Estaduais de Pesquisa, Universidades e Outras Instituições, onde estavam sendo coordenadas pesquisas com Agricultura Alternativa

Ano	Centros da Embrapa	Órgãos Estaduais de pesquisa	Universidades	Outras Instituições	Nº total de Pesquisas Realizadas
1993	1	-	-	-	1
1996	1	2	1	1	11
1997	2	2	0	1	11
1998	1	2	1	1	12
1999	1	3	2	1	20
2000	5	3	1	4	26
2001	6	5	1	4	21
2002	14	6	3	2	76

Fonte: Dados da Pesquisa

Já as pesquisas com agricultura de precisão foram iniciadas em 1998, com apenas uma pesquisa realizada. No ano seguinte, foram executadas apenas 2 pesquisas. Entretanto, em 2000, as pesquisas subiram para 17 pesquisas e nos dois anos subseqüentes permaneceram com 21 pesquisas. Esse aumento das pesquisas deve-se principalmente a implantação do Prodetab – Projeto de apoio ao desenvolvimento de tecnologia agropecuária para o Brasil.

Assim como ocorreu na agricultura alternativa, o número de centros da Embrapa envolvidos, nesse caso, com a linha de pesquisa em agricultura de precisão também aumentou a partir do ano 2000, passando de 2 centros em 1999, para 5 centros em 2000 (Tabela IV-15). Por outro lado, o número de Órgãos Estaduais de Pesquisa, Universidades e Outras Instituições permaneceram constantes nos últimos anos.

No Brasil, as tecnologias necessárias para a adoção da agricultura de precisão não estão acessíveis para a grande maioria dos agricultores. A agricultura de precisão ainda é considerada um estágio experimental, com poucos grupos de pesquisa oficial atualmente trabalhando de forma efetiva neste assunto (Manzatto et al, 1999).

¹²⁰ Num solo considerado pouco fértil, são cultivadas, sem o uso de agrotóxicos, mais de 50 espécies de plantas, incluindo frutíferas variadas, hortaliças e cereais. Compondo a paisagem, encontram-se fragmentos preservados da Mata Atlântica, além de um horto botânico com inúmeras espécies introduzidas (Embrapa, 2003).

Entre esses grupos de pesquisa oficial, podemos destacar o trabalho das Universidades – USP (ESALQ - Departamento de Engenharia Rural), UNICAMP (Faculdade de Engenharia Agrícola), UFV (Departamento de Engenharia Agrícola), IAC, IAPAR, os Centros de Pesquisa da Embrapa Milho e Sorgo, Solos, Instrumentação Agropecuária, Informática e Soja.

Em relação à iniciativa privada, em 1998, foi criado um ambicioso projeto que pretendia implantar esse conjunto de técnicas no Brasil. O consórcio Agrisat Soluções Integradas LTDA, em Uberlândia-MG, composto por quatro grandes empresas do setor agrícola – Case IH, Manah, Dupont e Algar – foi criado como um projeto piloto previsto para dez anos, com um investimento inicial de US\$ 148 milhões e abrangendo uma área de 400 mil hectares. Entretanto, em 2001, o projeto foi interrompido por razões econômicas, pois os investidores não estavam obtendo os retornos esperados. Outra iniciativa de pesquisa no Brasil que merece destaque é a implantação de uma área piloto pela Fundação ABC no Paraná.

Tabela IV-15 – Número de Centros da Embrapa, Órgãos Estaduais de Pesquisa, Universidades e Outras Instituições, onde estavam sendo coordenadas pesquisas com Agricultura de Precisão

Ano	Centros da Embrapa	Órgãos Estaduais de pesquisa	Universidades	Outras Instituições	Nº Total de Pesquisas Realizadas
1998	1	-	-	-	1
1999	2	-	-	-	2
2000	5	2	2	1	17
2001	5	2	2	1	21
2002	6	2	2	1	21

Fonte: Dados da Pesquisa

Em suma, as pesquisas na área-problema de Outras Concepções de Agricultura vêm se concentrando, nos últimos anos, na linha de pesquisa em agricultura alternativa, representada principalmente pela agricultura orgânica. Esse direcionamento das pesquisas deve-se ao crescimento expressivo da participação da agricultura orgânica no mercado nacional e internacional (ver seção 2.5.3.3). Além disso, as normas de padronização

impostas pelas empresas certificadoras para obtenção do selo orgânico têm pressionado os produtores a buscarem tecnologias para o manejo orgânico.

A agricultura orgânica apresenta-se como um mercado inovador em decorrência da baixa dependência em relação aos insumos externos, do aumento de valor agregado ao produto, e de propiciar a conservação dos recursos naturais e do meio ambiente. Além disso, possibilita a geração de empregos em comunidades de agricultores familiares e em outros vários segmentos da cadeia produtiva.

A outra linha de pesquisa que também está crescendo muito nos últimos anos é a agricultura de precisão. Essa tecnologia se baseia no desenvolvimento e na aplicação da tecnologia da informação na agricultura, com possibilidades de ganhos econômicos e de benefícios ambientais. Apesar da demanda atual por essa tecnologia ser relativamente baixa no Brasil, a agricultura de precisão está crescendo em âmbito mundial, atraindo o interesse de vários setores da sociedade, tais como: *i)* formuladores de políticas públicas de pesquisa, de ensino e de desenvolvimento econômico e social; *ii)* das indústrias de telecomunicações e de informática; *iii)* da mídia; das instituições de crédito e de seguro rural; e *iv)* dos setores tradicionais do agronegócio, como indústrias de insumos, máquinas e processamento (Campanhola, 2004).

A seguir, analisaremos o desenvolvimento das pesquisas conforme o foco ambiental.

4.4 – A Trajetória das Pesquisas Conforme o Foco Ambiental

Conforme discutimos no segundo capítulo, a partir da década de 1980, o padrão agrícola moderno baseado no enfoque produtivista entrou em crise, principalmente, em decorrência do agravamento do problema ambiental, das mudanças nas demandas por produtos agrícolas, e das transformações no contexto econômico e nas bases científicas e tecnológicas da agricultura. Dessa forma, as pesquisas agrícolas tradicionais, que eram essencialmente voltadas ao aumento da produção e da produtividade, passaram a incorporar novos elementos, como a sustentabilidade na agricultura e a segurança alimentar.

A busca por uma agricultura sustentável passou a ser o foco das atenções. No entanto, o termo agricultura sustentável, conforme comentamos anteriormente, permanece cercado de imprecisões conceituais, dúvidas e contradições (Ehlers, 1996). O termo permite abrigar desde aqueles que contentam com simples ajustes no atual padrão produtivo, no intuito de manter ou recuperar a qualidade dos recursos e manter a produtividade dos ecossistemas até aqueles que exigem uma mudança estrutural na produção agrícola, ou seja, uma agricultura baseada em adubação orgânica, consórcio de culturas, interação agricultura-pecuária, entre outras práticas.

De acordo com Bin (2004), a diversidade de visões que contemplam o debate em torno do conceito de agricultura sustentável é, em geral, reproduzida nas discussões acerca das novas bases científicas e tecnológicas da pesquisa agrícola direcionada para a sustentabilidade.

Vários autores (Ehlers, 1996; Salles-Filho, 2000; Quirino et al; 1999; Kitamura, 2003) indicam dois caminhos em direção a uma agricultura sustentável. Um desses caminhos aponta para a *evolução do modelo produtivista*, por meio do desenvolvimento de tecnologias amenas do ponto de vista ambiental, por exemplo, variedades resistentes, controle biológico, manejo integrado de pragas e doenças, fixação biológica de nitrogênio (FBN), etc. O outro caminho é aquele que indica o *desenvolvimento de sistemas mais produtivos com enfoque sistêmico*, ou seja, a adoção de práticas alternativas, como a agricultura orgânica e os sistemas agroflorestais.

No intuito de verificar a trajetória percorrida pelas pesquisas conduzidas na Embrapa, as linhas de pesquisa desenvolvidas no período de 1978 a 2002 foram reagrupadas em seis eixos de pesquisa, conforme o foco ambiental. Os eixos de pesquisa compreendem as:

- i) *pesquisas convencionais* – pesquisas que seguiram o padrão agrícola moderno (padrão produtivista), caracterizado essencialmente pelo uso de insumos químicos, sementes melhoradas, mecanização agrícola e cultivo em monocultura;
- ii) *pesquisas de tecnologias intermediárias ou amenas* – pesquisas com o objetivo de reduzir o custo de produção do “pacote tecnológico convencional” e amenizar os impactos ambientais, como por exemplo, o manejo integrado de pragas, o controle biológico e o plantio direto;

- iii) *pesquisas revolucionárias*, compreendida pela agricultura alternativa, e suas variantes, que implicam uma mudança radical do sistema de produção convencional, como por exemplo, a agricultura orgânica e os sistemas agroflorestais;
- iv) *pesquisas de alta tecnologia* – utilizam de alta tecnologia para aumentar a produtividade e diminuir os impactos ambientais, compreende a biotecnologia moderna e a microeletrônica. Como exemplo de práticas agrícolas, podemos citar a agricultura de precisão e OGMs;
- v) *pesquisas conservacionistas* – pesquisas preocupadas com a preservação e recuperação dos recursos naturais, como por exemplo, a recuperação de áreas degradadas e a caracterização dos recursos hídricos; e
- vi) *pesquisas instrumentais* – compreende a identificação, quantificação e qualificação de impactos ambientais; instrumentos de certificação ambiental; e monitoramento ambiental, como por exemplo, a avaliação de impacto ambiental (AIA), selo orgânico, etc.

O Quadro IV-01 apresenta as linhas de pesquisa distribuídas no seis eixos de pesquisa. É importante ressaltarmos que essa classificação adotada não se apresenta de forma inflexível. Conforme discutimos no capítulo 02, a diferença entre algumas técnicas adotadas pela “agricultura intermediária” e as técnicas utilizadas na “agricultura revolucionária” é muito frágil e parece se referir muito mais à abordagem com que são utilizadas do que às suas características intrínsecas (Bin, 2004). O que ocorre é uma incorporação dos componentes da agricultura agroecológica pelos sistemas convencionais e vice-versa, ou seja, não existe uma definição exata de que determinada técnica faça parte de tal sistema.

Quadro IV-01 – Eixos de pesquisa com suas respectivas linhas de pesquisa

<p>Pesquisa Convencionais = Controle químico de pragas; Controle químico de doenças; Controle químico de nematóides; Controle químico de plantas daninhas; Calagem; Adubação química; Adubação química mais calagem; Sistema de plantio em monocultura; Ensaios e avaliação de cultivares; Seleção de cultivares que não apresentam restrições pedo-climática especiais.</p> <p>Pesquisas com Tecnologias Amenas = Controle biológico de pragas; Controle integrado de pragas; Inseticidas naturais; Controle biológico de doenças; Extratos vegetais para o controle de doenças; Controle integrado de doenças; Controle biológico de nematóides; Extratos vegetais para o controle de nematóides; Controle integrado de nematóides; Controle integrado de plantas daninhas; Controle integrado de plantas daninhas; Gesso agrícola; Adubação orgânica (incluindo adubação verde); Fertilizantes alternativos; Seleção de cultivares que apresentam restrições pedo-climática especiais; Seleção de cultivares resistentes a pragas, doenças e nematóides; Fixação biológica de nitrogênio (FBN) em leguminosas; Fixação biológica de nitrogênio (FBN) em gramíneas; Fungos micorrízicos; Plantio direto.</p> <p>Pesquisas Revolucionárias = Agricultura orgânica, Sistemas agroflorestais.</p> <p>Pesquisas com Alta Tecnologia = Organismos geneticamente modificados (transgênicos); Agricultura de precisão.</p> <p>Pesquisas Conservacionistas = Caracterização dos recursos hídricos; Levantamento, manejo, recuperação dos solos e áreas degradadas; Recuperação matas galerias e ciliares; Preservação da Mata Atlântica.</p> <p>Pesquisas Instrumentais = Avaliação de Impacto Ambiental da utilização de controle biológico de pragas; Resíduos de defensivos nos alimentos; Resistência de pragas aos defensivos; Resistência de patógenos aos defensivos; Efeito residual e persistência de defensivos no solo; Efeito de defensivos na microbiologia do solo; Contaminação dos recursos hídricos por defensivos e nitratos; Contaminação dos peixes por defensivos; Efeitos tóxicos de defensivos no homem e levantamento de intoxicações; Avaliação do impacto ambiental ocasionado pelo uso de defensivos agrícolas; Contaminação da água e dos peixes com mercúrio; Avaliação de impacto ambiental de organismos geneticamente modificados (transgênicos); Indicadores e diagnóstico de sustentabilidade; Avaliação, monitoramento e indicadores de impacto ambiental; Planejamento e gestão ambiental; Educação ambiental; Estudo e levantamento dos gases do efeito estufa e balanço de carbono e nitrogênio.</p>
--

Fonte: Elaboração própria

A Tabela IV-16 apresenta a evolução dos eixos de pesquisa conduzidos pela Embrapa de acordo com o foco ambiental, no período de 1978 a 2002. Conforme podemos perceber na Tabela IV-16, durante a primeira sistemática de planejamento, as pesquisas convencionais dominaram a agenda de pesquisa da Embrapa (88,6%). Esse resultado já era

esperado, uma vez que nesse período a Embrapa privilegiou a geração de pacotes tecnológicos indutores do uso maciço de insumos modernos (ver seção 3.6.1).

É importante observarmos também que as pesquisas convencionais já se encontram em queda nesse período. Em contraposição, as pesquisas com tecnologias amenas se apresentaram em alta. Em 1978, as pesquisas com tecnologias amenas correspondiam a 9,4% das pesquisas desenvolvidas, e, em 1980 já representavam 12,4%. As principais linhas de pesquisa nesse período foram, respectivamente, a seleção de cultivares resistentes a doenças, pragas e nematóides, FBN em leguminosas, e controle integrado de pragas.

Já as pesquisas revolucionárias e instrumentais apresentaram apenas algumas pesquisas esporádicas. A primeira foi representada por estudos de sistemas agroflorestais e a segunda, por estudos sobre identificação de resíduos de defensivos nos alimentos, efeito residual e persistência de defensivos no solo e resistência de pragas a defensivos.

A partir dos anos de 1980, isto é, no modelo circular, observamos um redirecionamento das pesquisas, mais acentuado, em direção as pesquisas com tecnologias amenas. Nesse período, as pesquisas convencionais reduziram de 83,3% em 1981, para 66,2% em 1993, enquanto as pesquisas com tecnologias amenas aumentaram de 16,3% em 1981 para 29,8% em 1993. A principal linha de pesquisa no eixo das tecnologias amenas continuou a ser a seleção de cultivares resistentes a doenças, pragas e nematóides. O controle biológico de pragas passou a ocupar o segundo lugar de destaque, posteriormente vieram, o manejo integrado de pragas, a adubação orgânica e a FBN em leguminosas.

As pesquisas revolucionárias e instrumentais continuaram a ocupar um espaço marginal na agenda de pesquisa da Embrapa, com 0,3% e 1,1% respectivamente. Nesse período, também começaram a ser realizadas as pesquisas conservacionistas; porém, elas também ocuparam um papel marginal na Embrapa.

Com a introdução do SEP, o redirecionamento das pesquisas ganhou novos contornos. As pesquisas convencionais continuaram em decadência, assim como as pesquisas com tecnologias amenas continuaram a aumentar. Porém, tanto as pesquisas revolucionárias anteriormente discriminadas, quanto as pesquisas instrumentais ganharam um grande impulso nesse período. Além disso, começaram a ser desenvolvidas as pesquisas com alta tecnologia. As pesquisas conservacionistas, por sua vez, apresentaram um

aumento no início do SEP. No entanto, tal aumento não se consolidou numa tendência de alta ao longo dos anos, e o número de pesquisas permaneceu praticamente estável.

Tabela IV-16 – Evolução dos eixos de pesquisa conduzidos pela Embrapa, conforme o foco ambiental, no período de 1978-2002

Ano	Pesquisas Convencionais		Pesquisas com Tecnologias Amenas		Pesquisas Revolucionárias		Pesquisas com Alta Tecnologia		Pesquisas Conservacionistas		Pesquisas Instrumentais		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1978	798	90,2	83	9,4	-	-	-	-	-	-	4	0,5	885	100
1979	844	88,9	100	10,5	1	0,1	-	-	-	-	4	0,4	949	100
1980	896	87,1	128	12,4	2	0,2	-	-	-	-	3	0,3	1029	100
Parcial	2538	88,6	311	10,9	3	0,1	-	-	-	-	11	0,4	2863	100
1981	796	83,3	156	16,3	2	0,2	-	-	1	0,1	1	0,1	956	100
1982	1025	83,4	199	16,2	2	0,2	-	-	2	0,2	1	0,1	1229	100
1983	1104	82,6	226	16,9	2	0,1	-	-	1	0,1	3	0,2	1336	100
1984	1216	79,7	297	19,5	3	0,2	-	-	6	0,4	3	0,2	1525	100
1985	1219	76,2	354	22,1	3	0,2	-	-	11	0,7	12	0,8	1599	100
1986	1166	74,1	378	24,0	3	0,2	-	-	10	0,6	16	1,0	1573	100
1987	1177	72,3	417	25,6	4	0,2	-	-	9	0,6	21	1,3	1628	100
1988	1159	70,6	442	26,9	2	0,1	-	-	10	0,6	29	1,8	1642	100
1989	1120	70,0	444	27,7	4	0,2	-	-	8	0,5	25	1,6	1601	100
1990	1154	70,8	442	27,1	5	0,3	-	-	9	0,6	20	1,2	1630	100
1992	913	68,6	376	28,2	10	0,8	-	-	7	0,5	25	1,9	1331	100
1993	769	66,2	346	29,8	15	1,3	-	-	6	0,5	25	2,2	1161	100
Parcial	12818	74,5	4077	23,7	55	0,3	-	-	80	0,5	181	1,1	17211	100
1996	549	52,8	363	34,9	29	2,8	12	1,2	33	3,2	54	5,2	1040	100
1997	547	55,4	327	33,1	27	2,7	10	1,0	31	3,1	46	4,7	988	100
1998	524	56,8	285	30,9	29	3,1	12	1,3	29	3,1	43	4,7	922	100
1999	534	53,7	325	32,7	37	3,7	22	2,2	23	2,3	54	5,4	995	100
2000	567	50,7	364	32,6	50	4,5	34	3,0	31	2,8	72	6,4	1118	100
2001	615	50,7	403	33,2	44	3,6	38	3,1	31	2,6	83	6,8	1214	100
2002	522	46,0	384	33,9	88	7,8	38	3,4	30	2,6	72	6,3	1134	100
Parcial	3858	52,1	2451	33,1	304	4,1	166	2,2	208	2,8	424	5,7	7411	100
Total	19214	69,9	6839	24,9	362	1,3	166	0,6	288	1,0	616	2,2	27495	100

Fonte: Dados da pesquisa

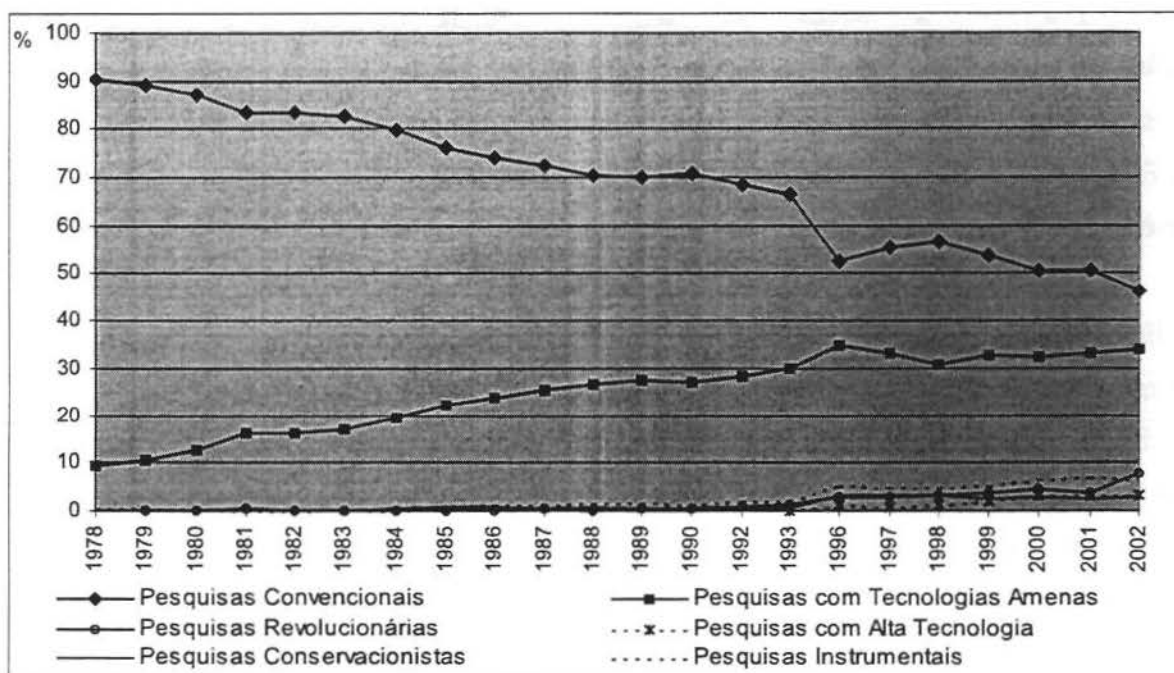
As principais linhas de pesquisa no eixo das tecnologias amenas foram, respectivamente, a seleção de cultivares resistentes a doenças, pragas e nematóides, o controle integrado de pragas, o controle biológico de pragas e o plantio direto. É interessante observarmos que o plantio direto aparece, pela primeira vez, como uma das principais linhas de pesquisa. Esse aumento das pesquisas com plantio direto deve-se principalmente ao “Projeto Plataforma Tecnológica para o Direcionamento de Projetos Cooperativos de P&D em Sistema Plantio Direto” (ver seção 4.3.6.1).

No eixo das pesquisas revolucionárias, as linhas de pesquisa em agricultura orgânica e em sistemas agroflorestais apresentaram um grande crescimento nesse período, principalmente as pesquisas em agricultura orgânica. Esse aumento reflete a preocupação da Embrapa com os novos nichos de mercado que estão surgindo, de forma a atender o crescimento da demanda por pesquisas nessa área.

O crescimento das pesquisas instrumentais, por sua vez, reflete uma preocupação da Embrapa com a manutenção da competitividade dos produtos agrícolas, principalmente no mercado externo. O surgimento do “mercado ambientalmente saudável” abriu uma brecha para justificar o estabelecimento de barreiras comerciais não tarifárias para os produtos agrícolas. Nesse sentido, as pesquisas instrumentais apresentam-se como instrumentos úteis nos processos de avaliação, monitoramento e rastreabilidade, contribuindo assim, para as técnicas de rotulagem e certificação ambiental dos produtos agrícolas, de forma a permitir uma negociação dos produtos em bases padronizadas.

Já a introdução das pesquisas com alta tecnologia, demonstra que a Embrapa está em sintonia com as novas tecnologias que estão surgindo, no intuito de manter e mesmo ampliar a competitividade da agricultura brasileira. Em relação aos OGMs, a Embrapa apresenta-se favorável a sua liberação, porque ela defende que o domínio do processo de inovação tecnológica e de sua biossegurança são decisivos à obtenção de vantagens competitivas (Campanhola, 2004).

Em síntese, as pesquisas conduzidas pela Embrapa no período de 1978 a 2002 apresentaram uma trajetória bem definida. As pesquisas convencionais apresentaram-se em decadência, ao passo que as pesquisas com tecnologias amenas vêm ganhando espaço a cada ano na agenda de pesquisa (ver Figura IV-10). Contudo, essa mudança na trajetória das pesquisas não representa uma reorientação revolucionária das bases do modelo produtivista, pois, apesar da redução do uso de agroquímicos, as tecnologias mais amenas são compatíveis com a monocultura e a intensa mecanização.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura IV-10 – Evolução dos eixos de pesquisa conduzidas pela Embrapa, conforme o foco ambiental, no período de 1978-2002

Outros dois pontos que merecem destaque são: *i)* o crescimento nos últimos anos das pesquisas revolucionárias – principalmente a agricultura orgânica – e das pesquisas instrumentais, o que demonstra a preocupação da Embrapa em atender as mudanças na demanda dos produtos agrícolas, principalmente em relação as questões ambientais; e *ii)* o surgimento nos últimos anos das pesquisas com alta tecnologia, que demonstra a necessidade da instituição de permanecer na vanguarda tecnológica, garantindo, assim, a competitividade da agricultura brasileira.

Na próxima seção, analisaremos as sinalizações recentes emitidas pela Embrapa para as possíveis trajetórias da pesquisa agropecuária.

4.5 – A Trajetória da Pesquisa Agropecuária na Embrapa nos Próximos Anos

Para identificarmos a possível trajetória das pesquisas conduzidas pela Embrapa nos próximos anos, analisamos as publicações recentes produzidos pela Embrapa, como por exemplo, o Meio Ambiente e o Compromisso Institucional da Embrapa; o Pronapa 2002 e

2003; o IV Plano Diretor da Embrapa (2004-2007); e Novos Significados e Desafios. O objetivo dessas consultas foi o de identificar as sinalizações que estão sendo emitidas pela Embrapa no que diz respeito ao futuro caminho da pesquisa agropecuária no país.

4.5.1 - O Meio Ambiente e o Compromisso Institucional da Embrapa

Em 2002, a Embrapa, preocupada com os desafios ambientais impostos à pesquisa agropecuária, lançou o documento “O Meio Ambiente e o Compromisso Institucional da Embrapa”. Esse documento é resultado de discussões de um grupo de trabalho multidisciplinar da Embrapa. Ele formaliza e sintetiza a política do instituto em relação ao tema meio ambiente de forma a promover um desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira.

De acordo com o documento, a política ambiental da Embrapa apresenta-se com quatro grandes eixos de atuação a serem implementados de forma integrada:

- i) **Ações e sistemas de gestão ambiental** no âmbito institucional – incluem desde a coleta seletiva do lixo, tratamento e disposição de efluentes orgânicos, reposição de matas ciliares até ações mais sistematizadas de adoção de boas práticas de gestão ambiental passíveis de levar ao processo de certificação;
- ii) **Educação ambiental** – através desse programa, pretende-se implementar ações de educação ambiental em duas direções: uma para dentro e a outra para fora da Embrapa. A primeira apresenta programas/projetos que favoreçam o exercício contínuo de educação ambiental pelo seu quadro de empregados. A outra visa implementar programas/projetos que favoreçam o engajamento dos empregados em atividades de educação ambiental em empresas privadas e públicas. Além disso, pretende criar e consolidar um amplo programa de educação ambiental associado à atividade de pesquisa e desenvolvimento;
- iii) **Avaliação ambiental da pesquisa** – divide-se em dois tipos de avaliação. A primeira refere-se à avaliação de impacto ambiental (AIA) de projetos e resultados de pesquisa. A segunda refere-se à avaliação ambiental estratégica (AAE), de busca de sintonia em relação ao cenário ambiental futuro, dirigida para a análise de

políticas, planos e programas institucionais, a qual indicaria posicionamentos estratégicos para a sua atuação. Esses instrumentos incorporam definitivamente a dimensão ambiental na avaliação da qualidade e efetividade dos projetos e resultados de pesquisa do SNPA;

- iv) **Meio ambiente em pesquisa e desenvolvimento** – este eixo de atuação refere-se à contribuição da Embrapa em termos de propostas e ações para a busca de soluções para os principais desafios ambientais da agricultura brasileira. Pretende-se explicitar os compromissos e as contribuições da pesquisa agropecuária para a agricultura sustentável em cada um dos biomas brasileiros (Amazônia, Caatinga, Pantanal, Cerrado e Mata Atlântica).

Com a declaração de sua política ambiental, a Embrapa pretende colocar a sua atuação institucional na vanguarda em termos de adoção de responsabilidade e ética ambiental. Nesse sentido, a agenda ambiental pretende sintonizar a atuação institucional ao cenário contemporâneo, em que as demandas ambientais estão cada vez mais presentes em todo os segmentos produtivos. A Embrapa justifica a incorporação das questões ambientais como oportunidades de negócios e de construção da competitividade, tanto nos mercados domésticos quanto nos mercados externos, crescentemente permeados por restrições e barreiras não-tarifárias de cunho sanitário-ambiental.

Além da implantação da agenda ambiental, outros fortes indicadores dos rumos a serem seguidos pela pesquisa agropecuária na Embrapa foram as linhas de pesquisa que estão sendo conduzidas no SEG e a transição na direção da Embrapa em 2003.

4.5.2 – As Linhas de Pesquisa Conduzidas no SEG

Conforme apresentamos no Capítulo 03, a Embrapa adotou, em 2002, o Sistema Embrapa de Gestão (SEG), em substituição ao Sistema Embrapa de Planejamento (SEP). No SEG, o número de programas foi reduzido de dezenove (Programas Nacionais de P&D) para cinco grandes macroprogramas, sendo que três macroprogramas são de P&D, um de

Transferência Tecnológica e Comunicação Empresarial e outro de Desenvolvimento Institucional.¹²¹

Com a implantação do SEG, a Embrapa encerrou a fase de organização dos programas de pesquisa baseados na forma disciplinar e temática, que vigoraram nos modelos de pesquisa adotados pela empresa, inclusive no SEP. Dessa forma, o tema meio ambiente não foi contemplado especificamente em nenhum dos macroprogramas. O estímulo para que o componente ambiental permeie nitidamente nos projetos de pesquisa é dado por meio das linhas de pesquisa propostas nos editais dos macroprogramas. Nesse sentido, o enquadramento dos projetos às linhas de pesquisa, supõe necessariamente uma adequação ao componente ambiental.

Observando os temas priorizados nos Projetos em Rede em 2002, nota-se a incorporação da questão ambiental em várias temáticas de pesquisa, principalmente no macroprograma - 01. Dentre os doze temas que compõem o macroprograma - 01, seis se destacam pela ligação explícita e direta com a temática ambiental: *i)* agricultura orgânica; *ii)* biossegurança de OGMs; *iii)* agricultura de precisão; *iv)* qualidade, manejo e conservação de recursos hídricos para a agropecuária; *v)* manejo sustentável dos recursos florestais nativos; *vi)* dinâmica de carbono e gases de efeito estufa. Os demais macroprogramas também possuem diretrizes voltadas ao tema ambiental, embora com menor destaque.¹²²

O Quadro IV-02 apresenta os temas de pesquisa desenvolvidos em 2002, de acordo com o macroprograma.

¹²¹ Recentemente a Embrapa implantou o Macroprograma 6 – Apoio ao desenvolvimento da agricultura familiar e à sustentabilidade do espaço rural.

¹²² Os objetivos dos Macroprogramas e a natureza de seus projetos encontram-se no Anexo –10.

Quadro IV-02 – Linhas temáticas desenvolvidas em 2002, de acordo com o macroprograma

<p style="text-align: center;">Macroprograma I - Grandes Desafios Nacionais</p> <p>1 - Agricultura orgânica;</p> <p>2 - Biologia Avançada aplicada a vegetais, animais e microrganismos (genoma funcional, proteoma);</p> <p>3 - Biossegurança de OGMs;</p> <p>4 - Agricultura de precisão;</p> <p>5 - Qualidade, manejo e conservação de recursos hídricos para a agropecuária;</p> <p>6 - Manejo sustentável dos recursos florestais nativos;</p> <p>7 - Dinâmica de carbono e gases de efeito estufa;</p> <p>8 - Recursos Genéticos: Inovações na organização, caracterização e disponibilização;</p> <p>9 - Zoneamentos agropecuários;</p> <p>10 - Tecnologia agroindustrial básica: Metrologia, normalização e avaliação de conformidade;</p> <p>11 - Qualidade funcional e sanitária dos produtos do agronegócio (Apoio à Defesa Agropecuária);</p> <p>12 - Carne, couro e pele de qualidade.</p>
<p style="text-align: center;">Macroprograma II - Competitividade e Sustentabilidade Setorial</p> <p>1 - Estratégias, modelos e tecnologias inovadoras de produção agropecuária (sistemas de produção: leite de qualidade; <u>plantio direto</u>, produção integrada de frutas e hortaliças, diversificação, mecanização, etc);</p> <p>2 - Estratégias e tecnologias para prevenção e manejo de pragas e doenças (<u>MIP</u>, imunologia e epidemiologia na agropecuária, <u>controle biológico</u>, ecologia química aplicada, etc);</p> <p>3 - Estratégias, modelos e tecnologias para o <u>desenvolvimento</u> competitivo e <u>sustentável da produção florestal e agroflorestal</u> no Brasil;</p> <p>4 - Estratégias, modelos e tecnologias para a <u>sustentabilidade</u> econômica, social e <u>ambiental</u> da agricultura familiar e de empreendimentos de pequeno porte;</p> <p>5 - Estratégias, modelos e tecnologias avançadas para caracterização e <u>monitoramento</u> do clima, dos ecossistemas, dos serviços ambientais, dos recursos naturais e da ocupação dos espaços geográficos;</p> <p>6 - Estratégias, modelos e tecnologias para o desenvolvimento competitivo e sustentável da fruticultura no Brasil;</p> <p>7 - Caracterização e usos inovadores da biodiversidade da flora, da fauna e da microbiota;</p> <p>8 - Melhoramento genético de plantas, animais e microrganismos;</p> <p>9 - - Modelos, processos e tecnologias inovadoras para pós-colheita, processamento e agregação de valor às matérias-primas agropecuárias;</p> <p>10 - Modelos, tecnologias e instrumentos para monitoramento e automação de sistemas, processos e procedimentos nas atividades do agronegócio;</p> <p>11 - Modelagem e simulação de sistemas naturais, agroecossistemas e sistemas sócio-econômicos;</p>

Continua na página seguinte

12 - Estudos sócio-econômicos, mercadológicos, e de gestão relacionados com o avanço técnico-científico, a competitividade, a sustentabilidade e os impactos sociais de produtos, cadeias produtivas, setores e do agronegócio como um todo;

13 - Estratégias, modelos e tecnologias para a competitividade e sustentabilidade da aquicultura;

14 - Estratégias, modelos e tecnologias para o desenvolvimento competitivo e sustentável da produção de pequenos animais, da caprinocultura e da ovinocultura no Brasil.

Macroprograma III - Desenvolvimento Tecnológico Incremental do Agronegócio

1 - Desenvolvimento de protótipos e instalação de unidades para validação de tecnologias;

2 - Adaptação de sistemas, processos e tecnologias, para objetivos e alvos específicos, baseados em resultados de pesquisas e projetos realizados anteriormente;

3 - Finalização e ajustes em sistemas, processos e tecnologias já desenvolvidas em projetos de P&D anteriores, com o objetivo de adequá-los para transferência para clientes e alvos definidos;

4 - Desenvolvimento de experimentos-pilotos para validação de estratégias, processos e metodologias inovadoras para transferência de tecnologia para grupos e alvos específicos;

5 - Desenvolvimento tecnológico de sistemas, processos e práticas, em arranjos institucionais simples, de caráter estratégico para as unidades ou para a Embrapa;

6 - Técnicas de adubação via fertirrigação;

7 - Amiréia;

8 - Impactos da uréia em produtos orgânicos vegetais.

Fonte: Pronapa 2002

OBS: O Pronapa 2002, não apresenta as linhas nem os projetos de pesquisa desenvolvidos no Macroprograma IV - Transferência de Tecnologia e Comunicação Empresarial e no Macroprograma V - Desenvolvimento Institucional.

4.5.3 – A Transição na Direção da Embrapa

A partir de 2003, com a posse do presidente Lula, ocorreu uma mudança na administração da Embrapa. A nova diretoria definiu, a partir de então, as linhas fundamentais a serem seguidas pela Embrapa no referido governo. As linhas definidas foram as seguintes:

- i) **Dar prioridade à agricultura familiar** e à transferência de tecnologia a esse grupo de agricultores, visando seu fortalecimento e o desenvolvimento local – de forma que os benefícios da pesquisa sejam definitivamente apropriados pelos

pequenos agricultores e empreendedores rurais tradicionalmente colocados à margem do processo de desenvolvimento;¹²³

- ii) **Incorporar a preocupação ambiental nas ações de pesquisa & desenvolvimento;**
- iii) Apoiar os programas sociais do Governo Lula, com prioridade ao Projeto Fome Zero;
- iv) Incorporar o conceito de multifuncionalidade do meio rural nas ações de pesquisa & desenvolvimento;
- v) Contribuir para o contínuo fortalecimento do agronegócio brasileiro;
- vi) Melhorar a capilaridade e o controle social das ações de pesquisa & desenvolvimento;
- vii) Construir arranjos institucionais locais;
- viii) **Desenvolver e validar práticas da agricultura orgânica e da agroecologia voltadas prioritariamente aos agricultores familiares;**
- ix) **Gerar informações e resultados científicos sobre impactos no meio ambiente** e na saúde humana;
- x) Consolidar a atuação da Embrapa como um dos braços do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Conforme podemos perceber, as novas prioridades da Embrapa estão direcionadas principalmente para as atividades de pesquisa relacionadas às questões ambientais e à agricultura familiar. De acordo com a Embrapa, o direcionamento das pesquisas para a agricultura familiar não significa que as pesquisas voltadas para as cadeias do *agribusiness* vão ser deixadas de lado. O que vem ocorrendo, segundo ela, é uma incorporação de novas prioridades na pesquisa (Pronapa, 2003).

As iniciativas de incorporação da temática ambiental na Embrapa, conforme vimos anteriormente, são do início da década de 1990, e a cada ano vêm ganhando mais espaço na agenda de pesquisa. Já as iniciativas de incorporação da agricultura familiar

¹²³ Para atingir esses objetivos a Embrapa implantou o Macroprograma 6 – Apoio ao desenvolvimento da agricultura familiar e à sustentabilidade do espaço rural. O Macroprograma 6 tem por objetivo dar suporte a iniciativas de desenvolvimento sustentável da agricultura familiar e de comunidades tradicionais na perspectiva da agregação de valor e da abordagem territorial (Campanhola, 2004).

foram feitas durante o SEP, mais especificamente através do Programa 09 – Sistema de produção da agricultura familiar. No entanto, essa temática não despertou o mesmo interesse da questão ambiental. Durante o SEP, por exemplo, as pesquisas nesse programa ficaram em torno de 2,5% (ver Anexo – 08).

Para finalizarmos esse tópico, referente às prováveis trajetórias das pesquisas coordenadas pela Embrapa para os próximos anos, analisaremos um estudo realizado pela Embrapa, em 2002, para a construção de cenários futuros.

4.5.4 – Os Novos Desafios da Pesquisa

De acordo com a Embrapa, os temas de pesquisa que têm merecido atenção mas que devem ser fortalecidos no futuro são os seguintes:

- **Biotecnologia** – Na visão da Embrapa, o desenvolvimento de plantas, animais e microrganismos geneticamente modificados tem o potencial de desempenhar, junto aos agricultores, um papel extremamente relevante, como, por exemplo, *i)* cultivares resistentes a pragas e doenças, à seca e aos solos mais ácidos; *ii)* raças ou linhagens de animais mais adaptadas às diferentes condições nutricionais e climáticas; *iii)* microrganismos mais eficientes no controle biológico ou nos processos metabólicos;
- **Uso sustentável da biodiversidade** – A biodiversidade é um recurso estratégico, de grande importância para a sociedade brasileira. Nesse sentido, o desenvolvimento agrícola, pecuário, florestal e agroindustrial pode e deve ocorrer de maneira sustentável, sem danos significativos à biodiversidade, valorizando e protegendo os recursos genéticos;
- **Agricultura de precisão** – Compreende as pesquisas baseadas no desenvolvimento e na aplicação da tecnologia da informação na agricultura. A Embrapa aposta nessa nova tecnologia, por ela apresentar possibilidades de ganhos econômicos e de benefícios ambientais;

- **Rastreabilidade e certificação de produtos agrícolas, pecuários e florestais** – O aumento da demanda por alimentos produzidos sem agrotóxicos, sem conservantes e sem risco para o ambiente tem despertado para a importância da padronização, isto é, a disponibilização de alimentos com garantia de origem, de qualidade ambiental e de qualidade de produto. Dessa forma, Embrapa vê a padronização de conceitos e, principalmente de ações, uma questão de importância estratégica para o setor e para o País;
- **Agricultura orgânica e agroecologia** – A tendência de crescimento dessa agricultura em âmbito mundial é evidente. Nesse sentido, a agricultura orgânica representa uma forma de agregação de valor face ao número cada vez maior de consumidores que prezam por uma alimentação saudável;
- **Agricultura de energia** – A agricultura de energia desponta no cenário mundial como uma grande oportunidade para ampliação do agronegócio brasileiro. Segundo a Embrapa, atualmente é incontestável a necessidade de se buscar novas fontes de energia renovável, destacando-se como alternativa proeminente a energia gerada a partir da biomassa, chamada de agricultura de energia como o etanol e o biodiesel;
- **Inovação tecnológica para uso prático** – priorizar o conhecimento técnico-científico para uso prático, isto é, para gerar inovações tecnológicas adaptadas aos mais diferentes tipos de produtores;
- **Inovação tecnológica estratégica** – De acordo com a Embrapa, o dinamismo atual da economia exige uma atitude pró-ativa das instituições sejam elas públicas ou privadas, não só acompanhando as mudanças, mas analisando-as, antevendo-as e interferindo na direção e na velocidade das mesmas. Algumas iniciativas da Embrapa nesse sentido são a construção de cenários, a realização de estudos estratégicos e a implementação dos Laboratórios Virtuais da Embrapa no Exterior.

Em síntese podemos perceber através da análise das seções anteriores que a trajetória da pesquisa para os próximos anos vai intensificar a tendência observada na segunda metade da década de 1990, ou seja, o crescimento das seguintes linhas de pesquisa: *i)* pesquisas revolucionárias (em especial a agricultura orgânica), *ii)* pesquisas de alta tecnologia (agricultura de precisão e biotecnologia moderna - OGMs), *iii)* pesquisas

instrumentais (avaliação de impacto ambiental, rastreabilidade e certificação dos produtos), e *iv*) pesquisas com tecnologias amenas (controle biológico, plantio direto, etc). O crescimento dessas linhas de pesquisa vão continuar aumentando em decorrência dos desafios impostos a agricultura – preservação e uso sustentável dos recursos naturais. Nesse sentido, as pesquisas convencionais (padrão produtivista) tendem a continuar em decadência nos próximos anos.

Em relação à agricultura familiar, tudo indica que as pesquisas em agricultura orgânica e agroecologia vão acabar contemplando a escassez de pesquisas para esse grupo de agricultores. No entanto, o objetivo inicial dessas pesquisas é atender ao mercado dos produtos orgânicos que esta em franca expansão, ou seja, os agricultores familiares vão ser beneficiados indiretamente por uma demanda do mercado, e não pelo lado social.

4.6 – Considerações Finais

A partir da década de 1980, começou a ocorrer uma crise do padrão agrícola moderno devido principalmente às mudanças *i*) nas demandas por produtos agrícolas; *ii*) no contexto econômico; *iii*) no agravamento do problema ambiental; e *iv*) nas bases científicas e tecnológicas da agricultura desencadeou uma série de redirecionamentos nas pesquisas agrícolas tradicionais. Tais pesquisas, que eram essencialmente voltadas ao aumento da produção e da produtividade, passaram a incorporar novos elementos, como a sustentabilidade e a segurança alimentar na agricultura.

Diante dessas questões, o objetivo desse capítulo foi o de verificar a trajetória percorrida pelas pesquisas coordenadas pela Embrapa. A análise das pesquisas nos permitiu interpretar a evolução da trajetória das linhas de pesquisa nas diferentes áreas-problema identificadas no estudo. Além disso, pudemos identificar a evolução das linhas de pesquisa de acordo com o enfoque ambiental.

Em algumas áreas-problema, as trajetórias das linhas de pesquisa mudaram bastante no período analisado, como por exemplo, na área de Fitossanidade, na qual as pesquisas com controle químico entraram em decadência, em virtude de fatores econômicos e ambientais. Nesse sentido, houve um redirecionamento das pesquisas para o manejo

integrado e para o controle biológico, que passaram a ser as principais linhas de pesquisa nessa área.

Em outras áreas-problema, as trajetórias das linhas de pesquisa permaneceram praticamente inalteradas, como por exemplo, na área-problema de Correção e Fertilidade do solo, onde os estudos com adubação química dominaram a agenda de pesquisa, ou seja, a adubação química foi a principal linha de pesquisa conduzida no período, apesar do crescimento das pesquisas com fertilizantes alternativos e adubação orgânica. A demora em associar os fertilizantes químicos aos problemas ambientais foi um dos fatores responsáveis pela supremacia da linha de pesquisa em adubação química nessa área.

Além das mudanças das trajetórias de pesquisa nas áreas-problema já existentes, constatamos, a partir da década de 1990, o surgimento de novas áreas-problema, como por exemplo, a área-problema de Recursos hídricos, Monitoramento e avaliação ambiental e Outras concepções de agricultura. O surgimento dessas áreas-problema está relacionado ao crescimento da temática ambiental. Isso pode ser justificado pelo fato de a questão ambiental impulsionar novos padrões de competitividade atrelados à qualidade ambiental, de modo a originar e redimensionar novas áreas de pesquisa.

Já a análise das linhas de pesquisa de acordo com o foco ambiental revelou nitidamente o redirecionamento das pesquisas da Embrapa, que diminuiu as pesquisas baseadas no padrão produtivista e se orientou para um novo modelo, marcado por práticas agrícolas mais ecológicas.

Dessa forma, as pesquisas convencionais entraram em decadência, ao passo que as pesquisas com tecnologias intermediárias (mais amenas do ponto de vista ambiental) apresentaram um crescimento na agenda de pesquisa da Embrapa. O aumento das pesquisas com tecnologias intermediárias pode ser dividido em dois momentos.

No **primeiro momento** – início dos anos de 1980 – tal aumento pode ser explicado pela necessidade de reduzir o consumo de insumos agrícolas, ou seja, o direcionamento da pesquisa foi devido a fatores econômicos e não ambientais. Nesse período, os insumos agrícolas apresentaram uma elevação dos preços, e, na tentativa de contornar os problemas ocasionados pela alta dos insumos, foram desenvolvidas as tecnologias poupadoras de insumos. Dessa forma, os benefícios ambientais gerados por essas pesquisas surgiram como uma externalidade positiva das pesquisas direcionadas para

a redução do consumo de insumos agrícolas. Esse fato foi constatado no início da década de 1980 no crescimento das linhas de pesquisa em: *i)* controle biológico e manejo integrado de pragas; *ii)* gesso agrícola, *iii)* adubação orgânica, *iv)* fertilizantes alternativos, *v)* fixação biológica de nitrogênio em feijão, e *vi)* fungos micorrizicos.

No **segundo momento**, o crescimento das pesquisas com tecnologias mais ecológicas deve-se ao agravamento dos impactos ambientais, o que contribuiu para aumentar a demanda dos consumidores por produtos agrícolas mais saudáveis e com menor dano ao meio ambiente. Nesse sentido, aumentaram os estudos nas linhas de pesquisas mais ecológicas para atender a crescente demanda por essas tecnologias. Esse fato pode ser observado no crescimento das pesquisas em: *i)* controle biológico e o manejo integrado de pragas, doenças e nematóides; *ii)* inseticidas naturais; *iii)* pesquisa de fertilizantes alternativos¹²⁴; e *iv)* agricultura orgânica.

Assim, nos últimos anos, observamos o crescimento das pesquisas revolucionárias (principalmente a agricultura orgânica) e das pesquisas instrumentais (avaliação de impacto ambiental, rastreabilidade e certificação dos produtos), o que demonstra a preocupação da Embrapa em atender as novas demandas ambientais na agricultura – expressa principalmente através da qualidade dos produtos agrícolas (por exemplo, sem resíduos de defensivos agrícolas), rotulagem e certificação ambiental – que ganharam grandes proporções na segunda metade da década de 1990. Portanto, as pesquisas procuraram avaliar os impactos ambientais das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa, prevendo-se um possível cenário de adoção crescente de padrões ambientais para colocação de produtos nos mercados internacionais.

Além disso, nos últimos anos, o surgimento das pesquisas com alta tecnologia demonstra a necessidade da instituição de permanecer na vanguarda tecnológica, garantindo, assim, a competitividade da agricultura brasileira.

Atualmente, as sinalizações emitidas pela Embrapa indicam que, nos próximos anos, a trajetória das pesquisas vai intensificar a tendência observada na segunda metade da década de 1990, ou seja, ocorrerá o crescimento das seguintes linhas de pesquisa: *i)*

¹²⁴ No entanto, o crescimento das pesquisas, nesse segundo momento, deve-se ao aumento da demanda por tecnologias que reduzissem os impactos ambientais resultantes das atividades humanas, como por exemplo, o lixo urbano e o esgoto, e não mais necessidade de redução de gastos com insumos agrícolas, como ocorreu no primeiro momento.

pesquisas revolucionárias, em especial a agricultura orgânica; *ii*) pesquisas de alta tecnologia, como a agricultura de precisão e a biotecnologia moderna (OGMs); *iii*) pesquisas instrumentais, compreendendo a avaliação de impacto ambiental, a rastreabilidade e a certificação dos produtos; e *iv*) pesquisas com tecnologias amenas, como por exemplo, o controle biológico, o manejo integrado, o plantio direto, entre outras técnicas. Assim, essas linhas de pesquisa vão continuar aumentando em função das demandas ambientais estarem cada vez mais presentes em todos os seguimentos produtivos, enquanto que as pesquisas convencionais (padrão produtivista) tendem a continuar em decadência nos próximos anos.

5 – CONCLUSÃO GERAL

A problemática fundamental deste trabalho foi analisar de que modo a Embrapa incorpora as demandas ambientais na agricultura. Para realizarmos tal tarefa, analisamos a trajetória organizacional da Embrapa e as pesquisas conduzidas na instituição. Nosso referencial teórico de análise foi o neo-schumpeteriano, a partir de uma abordagem específica desenvolvida por Possas et al. (1996). Optamos por tal concepção por julgarmos que ela apresenta uma abordagem mais adequada aos elementos fundamentais presentes no estudo da inovação tecnológica na agricultura. De acordo com essa abordagem, a interpretação das trajetórias tecnológicas e a formação de um novo paradigma na agricultura devem ser feitas com base na noção de “áreas-problema”.

As áreas-problema na agricultura moderna surgiram em decorrência dos desequilíbrios no ecossistema agrícola provocado pela monocultura. A monocultura provoca uma série de “desequilíbrios” no sistema e as intervenções realizadas pelo homem num ponto qualquer tendem a provocar “novos desequilíbrios”. Nesse sentido, as práticas agrícolas consideradas modernas foram desenvolvidas, de certo modo, para resolver os problemas desencadeados por elas mesmas.

A análise da trajetória organizacional da Embrapa nos mostrou que o processo de reorganização na instituição intensificou-se a partir da década de 1980. Esse processo de reorganização fez parte de um movimento geral de reorganização das instituições públicas de pesquisa. Outro fator que contribuiu para esse processo de reorganização da Embrapa foram as alterações sentidas no quadro da agricultura mundial, em função do forte questionamento do padrão produtivista.

A partir da década de 1980, os efeitos cumulativos dos desequilíbrios ecológicos causados pelas práticas agrícolas modernas – padrão produtivista – tornaram-se progressivamente mais evidentes. Tais efeitos, juntamente com a redução da eficácia econômica dessas práticas, o aumento da demanda por produtos com apelo ambiental, a diminuição no ritmo de inovações e o aumento concomitante dos gastos com P&D, desencadearam uma crise nesse padrão produtivista.

Essa crise contribuiu para gerar um novo padrão agrícola. Tal padrão é marcado por práticas agrícolas mais equilibradas em termos ecológicos, e, portanto, menos

prejudiciais ao meio ambiente. O intuito desse novo modelo é manter as características dos agroecossistemas por longos períodos.

A emergência desse novo modelo fez com que as bases técnico-científicas da agricultura direcionassem seu foco para as práticas agrícolas mais ecológicas. Essa mudança de foco teve duas conseqüências: por um lado, contribuiu para gerar novas áreas de pesquisa e, por outro, redimensionar outras áreas. Como exemplo, podemos citar a agricultura orgânica. Antes da demanda por produtos agrícolas mais saudáveis, as pesquisas que analisavam a agricultura orgânica eram marginalizadas. Entretanto, nos últimos anos, tais pesquisas ganharam um grande impulso devido às mudanças nas exigências dos consumidores, que passaram a preferir produtos mais naturais.

Dessa forma, a temática ambiental (linha mestra do novo padrão agrícola) configurou-se como um elemento indutor de transformações nas linhas de pesquisa (ou “trajetórias tecnológicas”). É importante lembrarmos que as transformações nas linhas de pesquisa também promovem mudanças nas instituições nas quais se desenvolvem essas pesquisas.

Com relação à evolução das pesquisas conduzidas na Embrapa, as investigações apontaram que, no início dos anos de 1980, as linhas de pesquisa de algumas áreas-problema já começavam a se desvincular do padrão produtivista e a se dirigirem para as linhas de pesquisa mais amenas do ponto de vista ambiental. Naquela época, o redirecionamento das pesquisas foi explicado pela necessidade dos agricultores de reduzir o consumo de insumos agrícolas, que apresentaram um considerável aumento de preços. Assim, na tentativa de controlar os gastos, foram desenvolvidas as tecnologias poupadoras de insumos. Portanto, o direcionamento das pesquisas foi devido a fatores econômicos e não ambientais.

No referido momento, nosso estudo identificou o crescimento das seguintes linhas de pesquisa poupadoras de insumos: *i)* controle biológico e manejo integrado de pragas; *ii)* gesso agrícola, *iii)* adubação orgânica, *iv)* fertilizantes alternativos, *v)* fixação biológica de nitrogênio em feijão, e *vi)* fungos micorrizicos. Entretanto, os benefícios ambientais gerados por essas pesquisas surgiram apenas como uma externalidade positiva das pesquisas direcionadas para a redução do consumo de insumos agrícolas, e não como tecnologias para reduzir os problemas ambientais.

A partir da década de 1990, com a intensificação dos problemas ambientais, o crescimento dos movimentos ambientalistas e uma maior consciência ecológica, a demanda dos consumidores por produtos agrícolas mais saudáveis e com menor dano ao meio ambiente se tornou mais evidente. Nesse sentido, para tentar se adaptar a essas novas demandas e às outras modificações que estavam ocorrendo no ambiente externo (tais como globalização da economia; formação de blocos econômicos; a concorrência econômica via preço, qualidade e diversificação; e os novos padrões tecnológicos e de ciência e tecnologia), a Embrapa reforçou a necessidade de continuar as transformações internas e uma revisão institucional na tentativa de se ajustar a esse novo panorama.

O primeiro passo da Embrapa nessa direção foi a reformulação do Modelo Institucional e implantação do Sistema Embrapa de Planejamento (SEP) em substituição ao Modelo Circular. Em seguida, vieram várias mudanças, como: *i)* a introdução do II PDE (1994-98) e do III PDE (1999-2003), *ii)* adoção da Agenda Institucional, *iii)* o estabelecimento do Sistema Embrapa de Gestão (SEG) em substituição ao SEP, e *iv)* atualmente a implantação do IV PDE.

A análise da trajetória institucional da Embrapa demonstrou que as modificações internas relacionadas à incorporação da variável ambiental estão de acordo com as trajetórias tecnológicas da pesquisa agrícola no âmbito global e também com as exigências do mercado.

Convém destacar que, segundo nossas constatações, os esforços realizados pela direção da Embrapa para uma reorientação das linhas de pesquisa foram bem sucedidos. Conforme apresentamos no capítulo 4, a partir do SEP, o redirecionamento das pesquisas ganhou novos contornos. Tanto as pesquisas revolucionárias anteriormente desacreditadas quanto as pesquisas instrumentais ganharam um grande impulso nesse período. Além disso, as pesquisas com alta tecnologia começaram a ser realizadas nesse período. Já as pesquisas conservacionistas apresentaram um aumento no início do SEP. No entanto, tal aumento não se consolidou numa tendência de alta ao longo dos anos, e o número de pesquisas permaneceu praticamente estável. As pesquisas convencionais, por sua vez, continuaram em decadência; já as pesquisas com tecnologias amenas continuaram em ascensão.

O crescimento das pesquisas revolucionárias, em especial a agricultura orgânica, reflete a preocupação da Embrapa com os novos nichos de mercado que estão surgindo, de

forma a atender o crescimento da demanda por pesquisas nessa área. O aumento das pesquisas instrumentais, por sua vez, reflete uma preocupação da Embrapa com a manutenção da competitividade dos produtos agrícolas, principalmente no mercado externo. Assim, as pesquisas instrumentais apresentam-se como instrumentos úteis nos processos de avaliação, monitoramento e rastreabilidade, contribuindo não só para as técnicas de rotulagem e certificação ambiental dos produtos agrícolas, mas também permitindo uma negociação dos produtos em bases padronizadas. Já a introdução das pesquisas com alta tecnologia demonstra que a Embrapa está em sintonia com as novas tecnologias que estão surgindo, no intuito de manter e mesmo ampliar a competitividade da agricultura brasileira.

Conforme podemos perceber, o principal motivo para a internalização da variável ambiental na Embrapa é preservar a competitividade da agricultura brasileira tanto nos mercados domésticos quanto nos mercados externos, que são crescentemente permeados por restrições e barreiras não tarifárias de cunho sanitário-ambiental. Para isso, a empresa utiliza duas abordagens: a primeira envolve a busca de novas oportunidades de negócio (por exemplo, mercado de carbono e agricultura orgânica). A segunda se refere à própria manutenção da competitividade por meio de estratégias preventivas (avaliação de impacto ambiental) combinadas com ações de amenização (tecnologias mais amenas sob o enfoque ambiental).

Em suma, a Embrapa apresentou uma capacidade de responder às transformações do ambiente externo e de atender a demanda de seus principais clientes (grandes produtores). O atendimento dessa demanda fica claro quando verificamos o conjunto das pesquisas realizadas na instituição, pois há uma predominância de tecnologias que atendem a demanda desses produtores – tecnologias intermediárias ou amenas. Essas tecnologias respondem de certa maneira a preocupação ecológica e promovem uma redução dos custos de produção sem mudar a lógica do sistema, ou seja, a de continuar a praticar a monocultura em grande escala.

As mudanças das linhas de pesquisa em direção a práticas agrícolas mais ecológicas, independentemente do objetivo econômico que está por trás dessa motivação, têm, de modo geral, apresentado uma tendência de redução de impactos ambientais.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESTADO. **Sancionada nova lei da agricultura orgânica**. Disponível em: <http://www.agenciarrural.go.gov.br/not_sancionada.htm>. Acesso em 02 de agosto de 2004.

AGUIAR, R.C. **Abrindo o pacote tecnológico**: Estado e pesquisa agropecuária no Brasil. São Paulo: Polis/CNPq, 1986. 156p.

ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas? In: XLII CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 2004. Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, 2004. CD Room.

ALVES, E. R. A. e PASTORE, J. A política agrícola do Brasil e hipótese da inovação induzida. In: Eliseu Roberto de Andrade Alves e outros. **Pesquisa Agropecuária: Perspectiva histórica e desenvolvimento institucional**. Org. Levon Yeganiantz. Brasília: Embrapa, 1985. p. 289-300. (Embrapa – DEP. Documentos, 21).

ALVES, E. R. A. Modelo Institucional da Embrapa. **Pesquisa Agropecuária: Perspectiva histórica e desenvolvimento institucional**. Org. Levon Yeganiantz. Brasília: Embrapa, 1985. p. 373-393. (Embrapa – DEP. Documentos, 21).

ASSIS, R. L. de **Agroecologia no Brasil**: análise do processo de difusão e perspectivas. 2002. Tese (Doutorado) IE. Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 2002. 173f.

ASSIS, R. L. de; AREZZO, D. C. de; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H. Aspectos Sócio-Econômicos da Agricultura Orgânica na Estado do Rio de Janeiro. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, v.30, n.1, 1996, p.26-42.

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. In: **Industrial and Corporate Change**, 2(2), p. 157-210, 1993.

BIN, A. **Agricultura e meio ambiente**: contexto e iniciativas da pesquisa pública. 2004. Dissertação (Mestrado) IG. Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 2004. 169f.

BONNY, S. A padronização tecnológica na agricultura: formas, origem e perspectivas a partir do caso francês. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, 10 (1/3), 1993. p. 9-34.

BORGES FILHO, E. L. Agricultura de precisão: uma proposta da agricultura convencional às restrições ambientais. In: XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 2003. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 2003. CD Room.

BORGES FILHO, E. L. **O desenvolvimento do plantio direto no Brasil**: a conjunção de interesses entre agricultores, indústria e o Estado. 2001. Dissertação (Mestrado) IE. Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 2001. 156f.

BOSERUP, E. **Evolução Agrária e Pressão Demográfica**. São Paulo: Editora Hucitec, 1987. 141p.

BRUM, A. J. **Modernização da agricultura**: trigo e soja. Petrópolis: Vozes, 1988. 200p.

CAMPANHOLA, C. **Novos significados e desafios**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 51p.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno produtor. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**. Brasília, 18 (3), 2001. p. 69-101.

CAMPANHOLA, C.; LUIZ, A. J. B.; LUCCHIARI JÚNIOR, A. O problema ambiental no Brasil: agricultura. In: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. (Org.). **Economia do meio ambiente**: temas, políticas e a gestão de espaços regionais. Campinas: Unicamp/IE, 1996. p. 265-281.

CANDOTTI, E. et al. Workshop de avaliação global da Embrapa. **Relatório da Missão Externa**. Brasília, Embrapa, 1992.

CARVALHO, J. C. M. de. **O desenvolvimento da agropecuária brasileira: da agricultura escravista ao sistema agroindustrial**. Brasília: Embrapa, 1992. 171p.

CARVALHO, S. M. P. A importância da superação do paradigma produtivista pelos sistemas estaduais de pesquisa. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, 13 (1), 1996, p. 21-42.

CASTRO, A. M. G. de; CAMPOS, F. A. de A.; QUIRINO, T. R.; YEGANIANZ, L. Enfoque sistêmico, P&D e capacitação técnica na EMBRAPA. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 17, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1992. p. 170-188. Editado por R. Sbragia e J. Marcovith.

CMMAD. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1988.

COSTA, M. B. B. da A agricultura moderna e sua crítica: uma saída em relação às vertentes da agricultura alternativa. In: Agricultura Alternativa, 1984. Londrina. **Anais...** Londrina, 1984. p. 68-86.

CTIC Conservation Technology Center. 1997. Disponível em: <<http://www.ctic.purdue.edu/ctic/ctic/html>>. Acesso em 20 de junho de 1997.

DERPSCH, R. Agricultura sustentável. In: SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. ed. **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 29-48.

DÖBEREINER J.; DUQUE, F. F. Contribuição da pesquisa em fixação biológica de nitrogênio para o desenvolvimento do Brasil (1980). **Revista de Economia e Sociologia Rural – 1979-1998 CD- Room**. Sober: Brasília. 1998. Artigo 80-03-artigo5

DOSI, G. **Technological change and industrial transformation**: the theory and a application to the semi-conductor industry. London, Macmillan, 1984.

EHLERS, E. A Agricultura Alternativa: Uma visão histórica. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.24, n. especial, p.231-262, 1994.

EHLERS, E. **Agricultura Sustentável: Origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178p.

EMBRAPA, 2001 – **Agenda Ambiental da Embrapa**. Brasília: Embrapa. 2001, 70p.

EMBRAPA, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para o agronegócio brasileiro – **CENÁRIOS – 2002-2012**. Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003b.

EMBRAPA. – Disponível no site da Embrapa <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em 03 de agosto de 2002. 2002c

EMBRAPA. – Disponível no site da Embrapa <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em 15 de maio de 2003.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura** – CNPDA. Jaguariúna, abril 1990, 14 p. Mimeo. Documento interno.

EMBRAPA. **Ciência, tecnologia & inovação para o setor agropecuário brasileiro:** contribuições e visão de futuro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília, 2002. 16 p.

EMBRAPA. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento. (Brasília, DF). **PRONAPA 2002** Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Agropecuária. Brasília: Embrapa-DPD, 2002a. 274 p.

EMBRAPA. Disponível no site da Embrapa <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em 13 jan. 2004.

EMBRAPA. Embrapa e enfoque sistêmico. In: **Pesquisa agropecuária, questionamentos, consolidação e perspectivas.** Yeganiantz, Levon Org. Brasília: Embrapa-DPU, 1998b. 355p. (Embrapa/DEP – Documento n.35).

EMBRAPA. **O Meio Ambiente e o Compromisso Institucional da Embrapa.** Brasília: Embrapa, 2002d.

EMBRAPA. Resumo da posição da Embrapa sobre plantas transgênicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia.** Brasília, 16(1), 1999, p. 11-16.

EMBRAPA. Secretaria de Administração e Estratégia. **IV Plano Diretor da Embrapa:** 2004-2007. Embrapa:Brasília, 2004b. 48 p.

EMBRAPA. Secretaria de Administração Estratégica (Brasília, DF). **II Plano Diretor da Embrapa 1994-1998.** Brasília, 1994. 51 p.

EMBRAPA. Secretaria de Administração Estratégica (Brasília, DF). **III Plano Diretor da Embrapa:** realinhamento estratégico 1999-2003. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1998. 40p.

EMBRAPA. Secretaria de Planejamento (Brasília, DF). **I Plano Diretor da Embrapa 1988-1992.** Brasília, 1988a. 544 p. (Embrapa – SEP. Documentos, 36).

FAO (organização das nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação). Relatório da Conferência da FAO/Holanda sobre Agricultura e Meio Ambiente, 1991. In: **AS-PTA Agricultura sustentável**. Rio de Janeiro: Textos para debate. N.45, 1992, p.16 .

FLORES, M.X. Projeto Embrapa: a pesquisa agropecuária rumo ao século XXI. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**. Brasília, 7 (1/3), 1990, p. 159-177.

FONSECA, M. da G. D.; DAL POZ, M. E.; SILVEIRA, J. M. F. J. da Biotecnologia vegetal e produtos afins: sementes, mudas e inoculantes. In: SILVEIRA, J. M. F. J. da; DAL POZ, M. E.; ASSAD, A. L. D. org. **Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil**. Campinas: Instituto de Economia/FINEP, 2004. p.165-200.

GODOY, A. M. G.; BIAZIN, C. C. A Rotulagem Ambiental no Comércio Internacional. In: IV Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, nov. 2001, Belém. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.nepam.unicamp.br/ecoeco/>>. Acesso em: 10 out. 2003.

GOEDERT, W. J.; CASTRO, A. M. G. de; PAEZ, M. L. D'A. O Sistema Embrapa de Planejamento. **Revista de Administração**, v.30, n.4, p.19-33, 1995.

GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. **Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional**. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1990.

GRAZIANO da SILVA, J. A relação setor público-privado na geração de tecnologia no Brasil. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, Brasília, 2(2), 1985, p. 185-232.

GRAZIANO DA SILVA, J. F. **O progresso técnico na agricultura**. Instituto de Economia. Campinas, 1998.

GRAZIANO DA SILVA, J. F. **Progresso técnico e relações de trabalho na agricultura**. São Paulo: Hucitec. 1981. 210p.

GRAZIANO NETO, F. **Questão Agrária e Ecologia: crítica a moderna agricultura**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1982. 156p. (Coleção Primeiros Vãos, 12).

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Tradução Maria Vittoria von Bulow e Joachim S. W. Von Bulow. Brasília: Embrapa, 1988. 583 p. (Embrapa – SEP. Documentos, 40).

HECHT, S. B. A Evolução do Pensamento Agroecológico. In: ALTIERI, M. (Ed.). **Agroecologia** - As bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 2002. p.21-51.

HENKLAIN, J. C. Efeito do preparo sobre as características do solo. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. ed. **Plantio direto o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p. 206-221.

JAMES, C. Plantações de transgênicos no mundo aproxima-se do recorde de crescimento. Disponível em: http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs32/News_release/Portuguese.pdf. Acesso em 25 de janeiro de 2005

JAMES, C. Situação Global dos Cultivos Transgênicos Comercializados: 2003. ISAAA. N. 30. Disponível em: <http://www.isaaa.org>. Acesso em 05 de agosto de 2004.

JESUS, E. L. de. Da Agricultura Alternativa à Agroecologia: para além das disputas conceituais. Agricultura Sustentável, Jaguariúna, v.1-2, p.13-27,1996.

JESUS, E. L. de. Histórico e Filosofia da Agricultura Alternativa. Proposta, Rio de Janeiro, v.27, p.34-40, 1985.

JOHNSON, B. et al. Planejamento estratégico em instituições de pesquisa agropecuária com estrutura descentralizada. SIMPÓSIO NACIONAL DE PESQUISA DE ADMINISTRAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 16. Anais... Rio de Janeiro, 1991. v. 1, cap. 1/8.

JORGE, L. A. de C.; TORRE-NETO A. Agricultura de precisão. In: Workshop o agronegócio na sociedade da Informação. Brasília:Agrosoft, 2002. Disponível em: [URL:http://www.agrosoft.com.br/ag2002/workshop/ver.php?page=133](http://www.agrosoft.com.br/ag2002/workshop/ver.php?page=133). Acesso em 10 fev. 2003.

KITAMURA, P. C. Agricultura Sustentável no Brasil. Ciência & Ambiente, Santa Maria, n. 27, p. 7-28, 2003.

LUCAS, M. R. V. Segurança alimentar e comportamento do consumidor. In: XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 2003. Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora, 2003. CD Room.

MANN, S. A.; DICKINSON, J. Obstacles to the development of a capitalist agriculture. In: *The Journal of Peasant Studies*, v.2, n. 4, 1978.

MELLO, D. L. de Análise de processos de reorganização de institutos públicos de pesquisa do estado de São Paulo. 2000. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 2000. 305f.

MOSCARDI, F. A pesquisa publica em agricultura alternativa no Brasil: o caso do controle de pragas. In: *Agricultura Alternativa... Anais do seminário de pesquisa*. 10 a 12 de dezembro de 1984. Londrina: IAPAR. 1984. p. 93-108.

MUZILLI, O. Princípios e perspectiva de expansão. In: **Plantio direto no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p. 11-17. (IAPAR. Circular técnica, 23).

OLMSTEAD, A.; RHODE, P. Induced Innovation in American Agriculture: a reconsideration. In: **Journal of Political Economy**, 101 (11). 1993. p.100-118.

PARRA, J. R. P. Manejo integrado de pragas. In: **Agricultura brasileira e pesquisa agropecuária**. Editor Ernesto Paterniani. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 91-105.

PASCHOAL, A. D. **Pragas, Praguicidas e a Crise Ambiental**: problemas e soluções. Rio de Janeiro: FGV, 1979. 106p.

PASCHOAL, A. D. O ônus do modelo da agricultura industrial. In: **Revista Brasileira de Tecnologia**, v.14 (1). 1983. p. 17-27.

PASTORE, J. e ALVES, E. R. A. A reforma brasileira de pesquisa agrícola. In: Contador, Cláudio Roberto. **Tecnologia e desenvolvimento agrícola**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1975. p. 111-129. (IPEA – Série Monográfica n.17)

PEREIRA, C.A.M. **O Que é Contracultura**. São Paulo: Nova Cultura – Editora Brasiliense, 1986. 98p. (Coleção Primeiros Passos, 69).

PERES, J. R. R. Transgênicos: os benefícios para um agronegócio sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, 18(1), 2001, p. 13-26.

PESSANHA, L.; WILKINSON, J. Transgênicos: segurança alimentar e democracia no mercado. rotulagem e rastreabilidade. In: XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE

ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 2003. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 2003. CD Room.

PIÑEIRO, M. **The development of private sector in agricultural research**: implications for public institutions. The Hague, Netherlands: ISNAR. 1986. (Proagro Paper, n.10)

PIÑEIRO, M.; TRIGO, E. Processos sociales e innovación tecnológica en la agricultura de América Latina. **Câmbio Técnico em el agro Latino-Americano**. Costa Rica, IICA, 1983. 567p.

PNUD. **Texto para o Workshop de Janeiro de 99**. 1999. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Projeto BRA/94/016. Área temática: Agricultura Sustentável. Disponível em: <URL:<http://www.atech.br/agenda21.as/doctos1.htm>>. Acessado em: 30 maio 2000.

POSSAS M.; SALLES FILHO, S.; SILVEIRA, J. M. da An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. In: **Research Policy**, n. 25, 1996. p. 933-945.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002. 549p.

PRONAPA – **Programa Nacional de Pesquisa Agropecuária** – Brasília: Embrapa. Diversos números (1975-2003)

QUIRINO, T. R.; IRIAS, L. J. M.; WRIGHT, J. T. C. **Impacto Agroambiental**: perspectivas, problemas e prioridades. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1999.

RIECHMANN, J. **Cultivos e alimentos transgênicos**: um guia crítico/ Jorge Riechmann; tradução de Ricardo Rosenbusch. Petrópolis: Vozes, 2002. 284p.

RODRIGUES, C. M. A pesquisa agropecuária federal no período compreendido entre a República Velha e o Estado Novo. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**. Brasília, 4(2), 1987a, p. 129-153.

RODRIGUES, C. M. A pesquisa agropecuária no período do Pós-Guerra. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**. Brasília, 4(3), 1987b. p. 205-254.

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; IRIAS, L. J. M.; LIGO, M. A. V. **Avaliação de Impactos Ambientais em Projetos de Pesquisa II**: Avaliação da Formulação de Projetos - Versão I. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa. 10. 2000. 28 p.

RODRIGUES, G.S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico agropecuário**: fundamentos, princípios e introdução à metodologia. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998.

ROMEIRO, A. R. **Agricultura e Meio Ambiente** -. Teorias e história do progresso técnico. S.n.t.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade? In: **Texto para Discussão**. Campinas: IE/UNICAMP . n.102, 2001. 28p.

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo. Annablume:FAPESP, 1998. 277 p.

ROMEIRO, A. R.; SALLES FILHO, S. L. Dinâmica de inovações sob restrição ambiental. In: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. (Org.). **Economia do meio ambiente**: temas, políticas e a gestão de espaços regionais. Campinas: Unicamp/IE, 1996. p. 83-122.

RUTTAN, V. La teoria de la innovación inducida del cambio técnico en el de los países desarrollados. In: PINEIRO, M. & TRIGO E. **Cambio Técnico en el Agro Latinoamericano**. Editorial IICA, San José de Costa Rica, 1985. p. 13-74.

SALLES FILHO, S. L. M. A **Dinâmica tecnológica da agricultura**: perspectivas da biotecnologia. 1993. Tese (Doutorado) IE. Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 1993. 248f.

SALLES FILHO, S. L. M. et al. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. In: **Ciência, tecnologia e inovação**: A reorganização da pesquisa pública no Brasil. Sérgio Salles Filho org. Campinas:Komedi, 2000. 416p.

SALLES FILHO, S. L. M.; BONACELLI, M. B. M.; MELLO, D, L.; ZACKIEWICZ, M. Instrumentos de apoio à definição de políticas em Biotecnologia. In: SILVEIRA, J. M.;

DAL POZ M. E.; ASSAD, A. L. D. **Biotecnologia e recursos genéticos**: desafios e oportunidades para o Brasil. Campinas: Instituto de Economia/FINEP, 2004. p.311-343

SALLES FILHO, S. L. M.; SILVEIRA, J. M. J. da A teoria da inovação induzida e os modelos de "Demand Pull": uma crítica com base no enfoque neo-schumpeteriano. In: **Anais** do XXVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Florianópolis: SOBER. 1990. p. 41-60.

SALLES-FILHO S. L. M.; SILVEIRA, J. M. F. da Desenvolvimento da biotecnologia no Brasil (1988). **Revista de Economia e Sociologia Rural – 1979-1998 CD- Room**. Sober: Brasília. 1998. Artigo 88-03-artigo5

SALLES-FILHO, S.; ALBUQUERQUE, R.; MELLO, D.; Novos rumos da pesquisa agrícola e agroindustrial. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. (Org). **Reconstruindo a agricultura**: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1997. p. 189-203.

SANTOS, R. F. dos. **Presença de vieses de mudança técnica na agricultura brasileira**. São Paulo: IPE/USP, 1986. 176p.

SCHULTZ, T. W. **A transformação da agricultura tradicional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1965. 207 p.

SOS Mata Atlântica. Disponível no site da SOS Mata Atlântica <URL:<http://www.sosmatatlantica.org.br/>>. Acesso em 03 de maio de 2001.

SOUZA, I. S. F. de; TRIGUEIRO, M. G. S. Organização da pesquisa agropecuária brasileira: o caso da Embrapa. In: **Cadernos de difusão de tecnologia**. Brasília, 6 (2/3), 1989. p.277-337.

SPERS, E. E. A segurança ao longo da cadeia agroalimentar. **Conjuntura Alimentos**, São Paulo, v. 5. 1993.

VALOIS, A. C. C. Importância dos transgênicos para a agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, 18(1), 2001, p. 27-53.

VEIGA, J. E. da. **O Desenvolvimento Agrícola** - Uma visão histórica. São Paulo: EDUSP: Editora Hucitec, 1991. 219p.

WILLER, H.; YUSSEFI, M. **Organic Agriculture Worldwide - Statistics and future prospects 2001**. Disponível em: <http://www.soel.de/inhalte/publikationen/s_74-03.pdf>. Acesso em 30 de maio de 2003.

WILLER, H.; YUSSEFI, M. **Organic Agriculture Worldwide 2002– Statistics and Future Prospects**. <<http://www.soel.de/inhalte/publikationen/>>. Acesso em 10 de junho de 2004

WILLER, H.; YUSSEFI, M. **Organic Agriculture World-Wide Statistics and Perspectives 2000**. <<http://www.soel.de/inhalte/publikationen/>>. Acesso em 10 de junho de 2004

WILLER, H.; YUSSEFI, M. **The World of Organic Agriculture 2003 – Statistics and Future Prospects**. <<http://www.soel.de/inhalte/publikationen/>>. Acesso em 10 de junho de 2004

WILLER, H.; YUSSEFI, M. **The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2004** <http://www.soel.de/inhalte/publikationen/s/s_74.pdf>. Acesso em 10 de junho de 2004

YEGANIAN TZ, L. **Pesquisa agropecuária, questionamentos, consolidação e perspectivas**. Brasília: Embrapa, 1988, 355p. (Embrapa/DEP – Documento 35).

Anexos

Anexo 01 – Número de subprojetos desenvolvidos no Pronapa 1975 e classificados pela Embrapa como Prioridades Nacionais e de Menor Expressão

Subprojetos considerados Prioridades Nacionais	Nº Subprojetos	Subprojetos Considerados Menor Expressão	Nº Subprojetos
Algodão	34	Abacaxi	8
Arroz	—	Alho	6
Banana	9	Caju	13
Batata	16	Castanha-do-Pará	4
Cacau	3	Coco da Bahia	1
Café	62	Dendê	6
Cana-de-açúcar	14	Fruteiras Diversas	74
Citros	16	Guaraná	6
Feijão	78	Juta	6
Mandioca	18	Maça	6
Milho	53	Malva	7
Soja	80	Mamona	6
Aves	7	Olerícolas	35
Bovinos	162	Pimenta do Reino	6
Suínos	14	Seringueira	23
		Sorgo	19
		Tomate	9
		Uva	9
		Bubalinos	2
		Caprinos	3
		Ovinos	2
Total Parcial Subprojetos	566	TOTAL PARCIAL SUBPROJETOS	251
Total Geral (Subprojetos Prioridades Nacionais e Menor Expressão)			817

Fonte: Elaboração Própria

Obs: O Pronapa 1975 não especifica quais foram os subprojetos desenvolvidos. Informa apenas as quantidades de subprojetos desenvolvidos em cada cultura ou criação animal.

Número de projetos desenvolvidos no Pronapa 1975, classificados pela Embrapa como Prioridades Nacionais e de Menor Expressão

Prioridades Nacionais	Nº. Projetos
Trigo	46
Menor Expressão	
Ameixa	1
Pessegueiro	3
Silvicultura	1
Total de Projetos	51

Fonte: Elaboração Própria

OBS: O Pronapa 1975 não especifica os subprojetos desenvolvidos dentro de cada um dos projetos. Também não especifica os projetos desenvolvidos, informa apenas a quantidade.

Anexo 02 – Número de subprojetos desenvolvidos no Pronapa 1976, classificados como Prioridade Nacional, Prioridades Regionais, Complementares e Atividade Animal

Prioridade Nacional	Nº.	Prioridades Regionais	Nº.	Complementares	Nº.	Atividade Animal	Nº.
Algodão	36	Abacaxi	16	Botânica	4	Aves	6
Amendoim	10	Ameixa	2	Climatologia	1	Bovinos de Corte	171
Arroz	82	Caju	20	Economia	4	Bovinos de Leite	44
Banana	10	Coco da Baia	1	Fitopatologia	4	Caprinos/Ovinos	10
Batata	19	Dendê	2	Irrigação	7	Equinos	1
Café	79	Frutíferas	77	Sementes	3	Suínos	36
Cana-de-açúcar	13	Fumo	1	Solos	34		
Citros	11	Guaraná	2	Tecnologia Alimentos	15		
Feijão	102	Juta e malva	2	Sist. Prod. Sequeiro	47		
Mandioca	59	Maça	14	Manejo Caatinga	2		
Milho	111	Manga	8	Invent.Rec.N.Cerrado	14		
Seringueira	45	Milheto	9	Sist. Prod.Cerrado	7		
Soja	93	Olerícolas	62	Aproveit. Rec. Cerrado	8		
Trigo	87	Pêssego	23				
		Pimenta-do-Reino	6				
		Sorgo	49				
		Videira	13				
TOTAL P. NACIONAL	757	TOTAL P. REGIONAIS	307	Total Complementares	150	Total Atividade Animal	268
TOTAL SUBPROJETOS DO PRONAPA 1976 = 1482							

Fonte: Elaboração Própria
Obs: O Pronapa 1976 não especifica quais foram os subprojetos desenvolvidos. Informa apenas as quantidades de subprojetos desenvolvidos em cada cultura ou criação animal.

Anexo 03 – Número de subprojetos desenvolvidos no Pronapa 1977, classificados como Produto, Complementares, Grupo de Recursos e Atividade Animal

Produto	Nº.	Complementares	Nº.
Abacaxi	30	Adubação	5
Algodão	95	Climatologia	2
Alho	11	Economia	22
Amendoim	15	Engenharia	3
Arroz	142	Entomologia	6
Banana	21	Fitopatologia	8
Batata	17	Irrigação-drenagem	14
Café	34	Patologia animal	42
Caju	24	Sementes	21
Cana-de-açúcar	18	Tecnologia alimentos	24
Castanha do Brasil	2	Total Complementares	147
Cebola	15		
Cevada	3		
Citrus	35	Grupo de Recursos	Nº.
Coco da Bahia	4	Recursos Naturais	35
Dendê	2	Recursos Genéticos	26
Feijão	112	Recursos de Solos	24
FORAGEIRAS	28	Recursos Botânicos	23
Frutíferas	100	Recursos Fauna	1
Fumo	1	Total Recursos	109
Guaraná	4		
Juta	1		
Maça	17	Atividade Animal	Nº.
Malva	3	Aves	10
Mandioca	89	Bovinos de Corte	170
Melão	6	Bovinos de Leite	62
Milho e Milheto	134	Bubalinos	8
Olerícolas	86	Caprinos	14
Pêssego	25	Equinos	1
Pimenta-do-Reino	4	Ovinos	17
Seringueira	27	Suínos	37
Soja	157	Total Ativ. Animal	319
Sorgo	49		
Trigo	135		
Uva	36		
Total Produto	1482		
TOTAL GERAL SUBPROJETOS PRONAPA 1977 = 2.057			
Fonte: Elaboração Própria			

Obs: O Pronapa 1976 não especifica quais foram os subprojetos desenvolvidos. Informa apenas as quantidades de subprojetos desenvolvidos em cada cultura ou criação animal.

Anexo 04 – Número de subprojetos de pesquisa coordenados pela Embrapa em 1978, 1979 e 1980

Culturas	1978	1979	1980
	No	No	o
Algodão	99	132	119
Arroz	171	185	207
Feijão	137	152	199
Mandioca	117	144	141
Milho	134	119	116
Olericultura	239	271	410
Seringueira	30	32	42
Soja	147	171	182
Sorgo	53	62	56
Trigo	116	106	111
Outras Culturas	144	135	130
Sub-total	1387	1509	1713
Fruticultura			
Fruticultura Temperada	69	75	66
Fruticultura Tropical	79	70	96
Abacaxi	55	37	50
Banana	55	51	55
Citros	60	64	62
Uva	41	49	48
Sub-total	359	346	377
Produção Animal			
Aves	17	28	27
Caprinos/ Ovinos	37	47	63
Pecuária (Bovinos/Bubalinos/Pastagens)	397	348	411
Piscicultura	13	21	23
Suínos	64	55	60
Sub-total	528	499	584
Regiões			
Cerrados	11	13	10
Trópico Semi-Árido	9	12	24
Trópico Úmido	11	15	12
Sub-total	31	40	46
Outras pesquisas			
Climatologia	7	11	11
Economia	14	16	12
Fitossanidade	8	10	6
Florestal	38	55	51
Irrigação e Drenagem	14	8	10
Recursos Genéticos	14	14	11
Sementes	16	20	20
Sistema de Produção	0	0	14
Solos	68	74	68
Tecnologia de Alimentos	50	46	47
Sub-total	229	254	250
Total Geral	2534	2648	2970

Fonte: Elaboração própria

Anexo 05 – Total de projetos por Programa Nacional de Pesquisa (PNPs) pertencentes ao Modelo de Pesquisa Circular

PNPs	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1993	Total
Algodão	63	73	76	77	96	113	128	120	122	127	82	66	1.143
Arroz	107	135	136	173	168	176	168	154	161	160	110	93	1.741
Feijão	112	143	167	194	219	216	228	234	221	218	126	95	2.173
Milho	114	126	127	131	143	143	159	157	165	170	117	105	1.657
Soja	155	161	173	167	176	160	151	156	162	147	150	150	1.908
Sorgo	72	79	77	78	81	70	70	69	65	63	53	51	828
Trigo	83	85	104	129	102	100	104	107	104	98	86	73	1.175
Mandioca	106	118	113	102	102	96	101	101	72	99	94	57	1.161
Hortaliças	275	346	354	367	341	338	321	319	315	294	253	222	3.745
Seringueira	75	116	145	163	144	121	108	99	91	82	76	61	1.281
Fruticultura Clima Temperado	64	90	106	109	112	128	137	133	111	106	107	96	1.299
Abacaxi	36	44	43	43	38	34	36	41	34	-	-	-	349
Banana	41	47	41	41	44	51	55	39	28	-	-	-	387
Citrus	59	68	64	69	70	66	64	56	52	64	57	28	717
Manga	7	12	15	11	17	11	11	14	11	-	-	-	109
Viticultura	35	43	47	47	51	53	57	62	68	68	58	42	631
Dendê	5	22	18	26	34	30	19	23	25	22	19	17	260
Aves	24	31	37	51	47	44	52	56	56	55	38	28	519
Caprinos	43	57	68	67	62	51	52	72	70	66	49	45	702
Gado de Corte	158	190	225	242	229	208	206	176	178	154	161	154	2.281
Gado de Leite	125	141	157	157	159	130	138	141	138	139	121	111	1.657
Suínos	37	65	79	87	73	65	70	64	63	62	47	39	751
Aval.Rec.Nat.Soc.Econ.Cerrados	9	10	13	10	23	25	28	45	51	60	70	68	412
Aval.Rec.Nat.Soc.Econ. TSA	20	39	55	41	36	30	39	46	37	57	35	26	461
Aval.Rec.Nat.Soc.Econ. T.Úmido	12	15	15	18	25	29	33	36	39	30	30	45	327
Aprov.Rec.Nat.Soc.Econ.Cerrados	23	31	37	43	95	98	110	129	114	100	81	70	931
Aprov.Rec.Nat.Soc.Econ. TSA	67	85	114	118	109	92	87	81	67	72	73	60	1.025
Aprov.Rec.Nat.Soc.Econ. T.Úmido	27	35	38	38	43	41	37	47	63	58	52	45	524
Sistema Produção Cerrados	33	23	27	43	65	66	65	54	46	55	48	45	570
Sistema Produção TSA	13	13	17	18	19	13	13	13	14	50	22	13	218
Sistema Produção T.Úmido	10	15	18	17	21	25	17	16	19	14	13	10	195
Tecn. Agroindustrial Alimentos	41	51	54	51	49	49	68	70	84	69	43	29	658
Recursos Genéticos	114	128	147	151	150	263	203	217	220	229	246	277	2.345

Cont. pág. seguinte

PNPs	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1993	Total
Levantamento de Solos	45	47	46	49	46	53	49	70	59	80	59	44	647
Florestal	53	65	87	118	107	109	111	128	126	126	127	138	1.295
Energia	45	244	266	293	262	187	67	65	51	-	-	-	1.480
Coco	-	-	-	26	33	35	43	56	64	62	43	34	396
Biologia do Solo	-	-	-	34	38	58	63	75	63	63	34	44	472
Babaçu	-	-	-	9	10	12	12	12	9	-	-	-	64
Defensivos Agrícolas	-	-	-	-	18	28	81	-	-	-	-	-	127
Defesa da Agricultura	-	-	-	-	-	-	-	77	73	64	62	39	315
Saúde Animal	-	-	-	-	62	175	140	117	71	68	-	-	633
Manejo e Conservação do Solo	-	-	-	-	-	31	44	87	102	112	59	70	505
Caju	-	-	-	-	-	-	-	-	34	46	63	68	211
Tecnologia de Irrigação	-	-	-	-	-	-	-	-	55	77	57	36	225
Pantanal	-	-	-	-	-	-	-	-	28	33	20	19	100
Terras Baixas	-	-	-	-	-	-	-	-	21	29	66	63	179
Biotecnologia	-	-	-	-	-	-	-	-	36	40	44	30	150
Fruteiras de Clima Tropical	-	-	-	-	-	-	-	-	-	136	112	119	367
Agroflorestal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	31	66
Diversificação Agropecuária	222	240	263	301	327	313	-	-	-	-	-	-	1.666
Div. Agropec/Prod. Diversos	-	-	-	-	-	-	191	226	191	120	29	33	790
Div. Agropec/Rec. Pesqueiros	-	-	-	-	-	-	36	38	42	40	31	26	213
Div. Agropec/Bubalinos	-	-	-	-	-	-	29	35	23	21	31	23	162
Div. Agropec/Pimenta do Reino	-	-	-	-	-	-	14	23	26	23	19	14	119
Div. Agropec/Cevada	-	-	-	-	-	-	21	15	16	14	15	16	97
Div. Agropec/Triticale	-	-	-	-	-	-	19	20	21	22	16	10	108
Div. Agropec/Guarana	-	-	-	-	-	-	12	20	17	12	13	11	85
Div. Agropec/Equideos	-	-	-	-	-	-	10	16	13	11	15	15	80
Div. Agropec/Ov. Lanados	-	-	-	-	-	-	14	20	21	19	36	33	143
Div. Agropec/ov. Deslanados	-	-	-	-	-	-	32	34	26	31	23	22	168
Div. Agropec/Girassol	-	-	-	-	-	-	-	17	12	12	14	12	67
Div. Agropec/Energia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-	23
Div. Agropec/Palmeiras Nativas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	17	13	46
Div. Agropec/Alternativas de Inverno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	-	7
Div. Agropec/Oleaginosas Diversas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	20	17	67
Total PNPs	2.530	3.233	3.569	3.909	4.046	4.136	4.123	4.298	4.266	4.322	3.580	3.201	45.213

Fonte: Elaboração Própria - OBS: O Pronapa 1991 não foi publicado pela Embrapa

Anexo 06 – Total de projetos – em porcentagem – por Programa Nacional de Pesquisa (PNPs). Modelo de Pesquisa Circular

PNPs	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1993
Algodão	2,5	2,3	2,1	2,0	2,4	2,7	3,1	2,8	2,9	2,9	2,3	2,1
Arroz	4,2	4,2	3,8	4,4	4,2	4,3	4,1	3,6	3,8	3,7	3,1	2,9
Feijão	4,4	4,4	4,7	5,0	5,4	5,2	5,5	5,4	5,2	5,0	3,5	3,0
Milho	4,5	3,9	3,6	3,4	3,5	3,5	3,9	3,7	3,9	3,9	3,3	3,3
Soja	6,1	5,0	4,8	4,3	4,3	3,9	3,7	3,6	3,8	3,4	4,2	4,7
Sorgo	2,8	2,4	2,2	2,0	2,0	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,5	1,6
Trigo	3,3	2,6	2,9	3,3	2,5	2,4	2,5	2,5	2,4	2,3	2,4	2,3
Mandioca	4,2	3,6	3,2	2,6	2,5	2,3	2,4	2,3	1,7	2,3	2,6	1,8
Hortaliças	10,9	10,7	9,9	9,4	8,4	8,2	7,8	7,4	7,4	6,8	7,1	6,9
Seringueira	3,0	3,6	4,1	4,2	3,6	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9	2,1	1,9
Fruticultura Clima Temperado	2,5	2,8	3,0	2,8	2,8	3,1	3,3	3,1	2,6	2,5	3,0	3,0
Abacaxi	1,4	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,9	1,0	0,8	-	-	-
Banana	1,6	1,5	1,1	1,0	1,1	1,2	1,3	0,9	0,7	-	-	-
Citrus	2,3	2,1	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,3	1,2	1,5	1,6	0,9
Manga	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-	-
Viticultura	1,4	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,3
Dendê	0,2	0,7	0,5	0,7	0,8	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
Aves	0,9	1,0	1,0	1,3	1,2	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1	0,9
Caprinos	1,7	1,8	1,9	1,7	1,5	1,2	1,3	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4
Gado de Corte	6,2	5,9	6,3	6,2	5,7	5,0	5,0	4,1	4,2	3,6	4,5	4,8
Gado de Leite	4,9	4,4	4,4	4,0	3,9	3,1	3,3	3,3	3,2	3,2	3,4	3,5
Suínos	1,5	2,0	2,2	2,2	1,8	1,6	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2
Aval.Rec.Nat.Soc.Econ.Cerrados	0,4	0,3	0,4	0,3	0,6	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4	2,0	2,1
Aval.Rec.Nat.Soc.Econ. TSA	0,8	1,2	1,5	1,0	0,9	0,7	0,9	1,1	0,9	1,3	1,0	0,8
Aval.Rec.Nat.Soc.Econ. T.Úmido	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8	1,4
Aprov.Rec.Nat.Soc.Econ.Cerrados	0,9	1,0	1,0	1,1	2,3	2,4	2,7	3,0	2,7	2,3	2,3	2,2
Aprov.Rec.Nat.Soc.Econ. TSA	2,6	2,6	3,2	3,0	2,7	2,2	2,1	1,9	1,6	1,7	2,0	1,9
Aprov.Rec.Nat.Soc.Econ. T.Umido	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,0	0,9	1,1	1,5	1,3	1,5	1,4
Sistema Produção Cerrados	1,3	0,7	0,8	1,1	1,6	1,6	1,6	1,3	1,1	1,3	1,3	1,4
Sistema Produção TSA	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	1,2	0,6	0,4
Sistema Produção T.Úmido	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3
Tecn. Agroindustrial Alimentos	1,6	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,6	1,6	2,0	1,6	1,2	0,9
Recursos Genéticos	4,5	4,0	4,1	3,9	3,7	6,4	4,9	5,0	5,2	5,3	6,9	8,7

Cont. pág. seguinte

PNPs	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1993
Levantamento de Solos	1,8	1,5	1,3	1,3	1,1	1,3	1,2	1,6	1,4	1,9	1,6	1,4
Florestal	2,1	2,0	2,4	3,0	2,6	2,6	2,7	3,0	3,0	2,9	3,5	4,3
Energia	1,8	7,5	7,5	7,5	6,5	4,5	1,6	1,5	1,2	-	-	-
Coco	-	-	-	0,7	0,8	0,8	1,0	1,3	1,5	1,4	1,2	1,1
Biologia do Solo	-	-	-	0,9	0,9	1,4	1,5	1,7	1,5	1,5	0,9	1,4
Babaçu	-	-	-	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	-	-	-
Defensivos Agrícolas	-	-	-	-	0,4	0,7	2,0	-	-	-	-	-
Defesa da Agricultura	-	-	-	-	-	-	-	1,8	1,7	1,5	1,7	1,2
Saúde Animal	-	-	-	-	1,5	4,2	3,4	2,7	1,7	1,6	-	-
Manejo e Conservação do Solo	-	-	-	-	-	0,7	1,1	2,0	2,4	2,6	1,6	2,2
Caju	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	1,1	1,8	2,1
Tecnologia de Irrigação	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	1,8	1,6	1,1
Pantanal	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,8	0,6	0,6
Terras Baixas	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,7	1,8	2,0
Biotecnologia	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,9	1,2	0,9
Fruteiras de Clima Tropical	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1	3,1	3,7
Agroflorestal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0
Diversificação Agropecuária	8,8	7,4	7,4	7,7	8,1	7,6	-	-	-	-	-	-
Div. Agropec/Prod. Diversos	-	-	-	-	-	-	4,6	5,3	4,5	2,8	0,8	1,0
Div. Agropec/Rec. Pesqueiros	-	-	-	-	-	-	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	0,8
Div. Agropec/Bubalinos	-	-	-	-	-	-	0,7	0,8	0,5	0,5	0,9	0,7
Div. Agropec/Pimenta do Reino	-	-	-	-	-	-	0,3	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4
Div. Agropec/Cevada	-	-	-	-	-	-	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5
Div. Agropec/Triticale	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3
Div. Agropec/Guarana	-	-	-	-	-	-	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3
Div. Agropec/Equideos	-	-	-	-	-	-	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5
Div. Agropec/Ov. Lanados	-	-	-	-	-	-	0,3	0,5	0,5	0,4	1,0	1,0
Div. Agropec/ov. Deslanados	-	-	-	-	-	-	0,8	0,8	0,6	0,7	0,6	0,7
Div. Agropec/Girassol	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4
Div. Agropec/Energia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Div. Agropec/Palmeiras Nativas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,5	0,4
Div. Agropec/Alternativas de Inverno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-
Div. Agropec/Oleaginosas Diversas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,6	0,5
Total PNPs	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaboração Própria - OBS: O Pronapa 1991 não foi publicado pela Embrapa

Anexo 07 – Número de projetos de pesquisa desenvolvidos nos Programas Nacionais de P&D pertencentes ao SEP

Programas Nacionais de P&D	1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
01-Recursos naturais: avaliação, manejo e recuperação	34	8,3	40	8,5	45	8,0	43	6,9	41	6,7	42	5,7	42	4,8	48	5,2	37	4,4
02-Conservação e uso de recursos genéticos	39	9,5	42	9,0	45	8,0	50	8,1	56	9,2	50	6,8	52	5,9	58	6,3	67	7,9
03-Desenv. pesquisas básicas em biotecnologia	23	5,6	25	5,3	32	5,7	30	4,8	33	5,4	39	5,3	41	4,7	39	4,2	37	4,4
04-Sist. de produção de grãos	46	11,2	45	9,6	49	8,7	50	8,1	47	7,7	52	7,1	68	7,7	76	8,2	62	7,3
05-Sist. de produção de hortaliças*	48	11,7	50	10,7	59	10,5	82	13,2	68	11,2	20	2,7	34	3,9	38	4,1	37	4,4
06-Sist. de produção animal	47	11,4	56	12,0	59	10,5	71	11,5	54	8,9	54	7,4	83	9,5	97	10,5	77	9,1
07-Sist. de produção de matérias-primas	22	5,3	26	5,6	27	4,8	28	4,5	33	5,4	35	4,8	35	4,0	38	4,1	36	4,3
08-Sist. de produção florestal e agroflorestal	15	3,6	16	3,4	19	3,4	19	3,1	23	3,8	98	13,4	22	2,5	25	2,7	20	2,4
09-Sist. de produção da agricultura familiar	13	3,2	15	3,2	20	3,6	25	4,0	27	4,4	23	3,1	23	2,6	24	2,6	26	3,1
10-Colheita/extração, pós-colheita, transformação e preservação de produtos agrícolas	13	3,2	16	3,4	23	4,1	23	3,7	23	3,8	26	3,6	26	3,0	30	3,2	23	2,7
11-Proteção e avaliação da qualidade ambiental	11	2,7	17	3,6	20	3,6	20	3,2	21	3,5	18	2,5	21	2,4	29	3,1	26	3,1
12-Automação agropecuária	15	3,6	21	4,5	21	3,7	21	3,4	25	4,1	19	2,6	15	1,7	20	2,2	21	2,5
13-Suporte a programas de desenvolvimento rural e regional	36	8,7	42	9,0	43	7,7	46	7,4	46	7,6	17	2,3	19	2,2	23	2,5	19	2,2
14-Intercâmbio e produção de informação em apoio às ações de pesquisa e desenv.	24	5,8	21	4,5	21	3,7	25	4,0	28	4,6	23	3,1	20	2,3	22	2,4	21	2,5
15-Aperfeiçoamento e modernização institucional dos sistemas estaduais de pesq. agrop.	8	1,9	19	4,1	17	3,0	24	3,9	22	3,6	15	2,0	13	1,5	9	1,0	2	0,2
16-Administração e desenv. institucional	18	4,4	17	3,6	62	11,0	62	10	61	10	61	8,3	61	6,9	7	0,8	9	1,1
17-Sistemas de produção de frutas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102	13,9	103	11,7	112	12,1	103	12,2
18-Transferência de tecnologia: comunicação e negócios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	5,2	56	6,4	61	6,6	59	7,0
19-Pesquisa de Café	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	8,5	101	10,9	89	10,5
PRODETAB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69	7,9	67	7,3	75	8,9
Total de projetos conduzidos no SEP	412	100	468	100	562	100	619	100	608	100	732	100	878	100	924	100	846	100

Fonte: Elaboração própria

* Até 1998, os projetos de fruticultura estavam incluídos no Programa 05 (Sistema de produção de frutas e hortaliças). A partir de 1999, com a implantação do Programa 17 (Sistema de produção de frutas), os projetos de fruticultura foram transferidos para esse programa.

Anexo 08 – Número de subprojetos de pesquisa desenvolvido nos Programas Nacionais de P&D pertencentes ao SEP*

Programas Nacionais de P&D	1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
01-Recursos naturais: avaliação, manejo e recuperação	345	12,1	296	11,0	217	7,4	158	5,0	163	4,5	175	4,9	137	3,5
02-Conservação e uso de recursos genéticos	183	6,4	191	7,1	191	6,5	165	5,2	207	5,8	218	6,1	248	6,4
03-Desenvolvimento de pesquisas básicas em biotecnologia	101	3,5	80	3,0	99	3,4	118	3,7	126	3,5	122	3,4	114	2,9
04-Sistemas de produção de grãos	482	16,9	469	17,4	424	14,5	374	11,8	406	11,3	426	12,0	377	9,7
05-Sistemas de produção de hortaliças**	426	14,9	426	15,8	405	13,8	78	2,5	119	3,3	136	3,8	134	3,4
06-Sistemas de produção animal	308	10,8	314	11,6	225	7,7	216	6,8	302	8,4	332	9,3	271	7,0
07-Sistemas de produção de matérias-primas	210	7,4	191	7,1	178	6,1	461	14,6	140	3,9	149	4,2	132	3,4
08-Sistemas de produção florestal e agroflorestal	93	3,3	84	3,1	92	3,1	68	2,1	87	2,4	101	2,8	86	2,2
09-Sistemas de produção da agricultura familiar	85	3,0	83	3,1	77	2,6	65	2,1	75	2,1	89	2,5	93	2,4
10-Colheita/extração, pós-colheita, transformação e preservação de produtos agrícolas	86	3,0	72	2,7	70	2,4	74	2,3	66	1,8	75	2,1	55	1,4
11-Proteção e avaliação da qualidade ambiental	63	2,2	65	2,4	63	2,1	67	2,1	79	2,2	113	3,2	97	2,5
12-Automação agropecuária	82	2,9	71	2,6	73	2,5	54	1,7	43	1,2	68	1,9	75	1,9
13-Suporte a programas de desenvolvimento rural e regional	186	6,5	206	7,6	173	5,9	66	2,1	56	1,6	100	2,8	77	2,0
14-Intercâmbio e produção de informação em apoio às ações de pesquisa e desenvolvimento	141	4,9	108	4,0	116	4,0	115	3,6	112	3,1	115	3,2	96	2,5
15-Aperfeiçoamento e modernização institucional dos sistemas estaduais de pesquisa agropecuária	61	2,1	44	1,6	45	1,5	33	1,0	35	1,0	25	0,7	4	0,1
16-Administração e desenvolvimento institucional	-	-	-	-	484	16,5	511	16,1	399	11,1	29	0,8	482	12,4
17-Sistemas de produção de frutas	-	-	-	-	-	-	422	13,3	405	11,3	431	12,1	399	10,3
18-Transferência de tecnologia: comunicação e negócios	-	-	-	-	-	-	123	3,9	242	6,7	261	7,3	242	6,2
19-Pesquisa de Café	-	-	-	-	-	-	-	-	313	8,7	381	10,7	526	13,5
PRODETAB	-	-	-	-	-	-	-	-	214	6,0	210	5,9	243	6,3
Total de subprojetos conduzidos no SEP	2.852	100	2.700	100	2.932	100	3.168	100	3.589	100	3.556	100	3.888	100

Fonte: Elaboração própria

* Os subprojetos desenvolvidos em 1994 e 1995 não se encontram discriminados no Pronapa 1994 e 1995.

** Até 1998, os projetos de fruticultura estavam incluídos no Programa 05 (Sistema de produção de frutas e hortaliças). A partir de 1999, com a implantação do Programa 17 (Sistema de produção de frutas), os projetos de fruticultura foram transferidos para esse programa.

Anexo 09 – Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas), por Região

REGIÕES NORTE E CENTRO-OESTE

Unitins – Universidade do Tocantins;

Agência Rural – Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário;

Empaer-MT – Empresa Mato-grossense de Pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural;

Idaterra-MS – Instituto de Desenvolvimento Agrário, Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul.

REGIÃO NORDESTE

Emparn – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte;

Emepa – Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba;

IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária;

EBDA – Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola;

Emdagro – Empresa de Desenvolvimento Agropecuário do Estado de Sergipe.

REGIÃO SUDESTE

Incapar – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural;

Epamig – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais;

Pesagro-Rio – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio de Janeiro;

Apta – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, constituída pelos seguintes institutos:

- | | |
|--|---|
| - IAC (Instituto Agrônomo de Campinas); | - IP (Instituto de Pesca); |
| - IB (Instituto Biológico); | - IZ (Instituto de Zootecnia); |
| - ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos); | - IEA (Instituto de Economia Agrícola); |

REGIÃO SUL

Iapar – Instituto Agrônomo do Paraná;

Epagri – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina;

Fepagro – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul.

Anexo 10 – Objetivos dos Macroprogramas e a natureza de seus projetos

Macroprograma 1 – Grandes Desafios Nacionais

OBJETIVOS DO MP-1

- Projetos de P&D de base científica elevada;
- Caráter transdisciplinar e multi-institucional;
- Grandes redes e outros arranjos institucionais complexos;
- Grandes volumes de recursos.

Natureza dos Projetos do MP-1

- Pesquisas de caráter estratégico;
- Obtenção de avanços tecnológicos radicais;
- Busca de novos paradigmas para o conhecimento e o padrão tecnológico do agronegócio brasileiro, seus setores e afins;
- Busca da superação de desequilíbrios sociais;
- Alcançar/consolidar vantagens competitivas e sustentabilidade.

Macroprograma 2 – Competitividade e Sustentabilidade Setorial

Objetivos do MP-2

- Projetos de P&D de base científica elevada;
- Caráter transdisciplinar e multiinstitucional;
- Pesquisas de caráter aplicado ou estratégico altamente inovadoras;
- Redes menos complexas ou arranjos mais simples.

Natureza dos Projetos do MP-2

- Projetos de pesquisa aplicada de natureza temática ou tecnológica;
- Obtenção de avanços significativos e inovadores no padrão tecnológico do agronegócio brasileiro, seus setores e afins;
- Busca de competitividade, sustentabilidade e desenvolvimento econômico e social do país.

Macroprograma 3 –Desenvolvimento Tecnológico Incremental

Objetivos do MP-3

- Projetos de P&D para apoiar o aperfeiçoamento tecnológico contínuo do agronegócio e atividades correlatas;
- P&D assentados no conhecimento tecnológico já existente;
- Atende demandas e necessidades de curto e médio prazo;
- Arranjos institucionais simples e custo relativamente baixo.

Natureza dos Projetos do MP-3

- Projetos de P&D para ajustes e aperfeiçoamentos de tecnologias existentes, para validação e testes de tecnologias, produtos ou práticas;
- Projetos de P&D para finalização de tecnologias e produtos e desenvolvimento de protótipos e unidades demonstrativas;
- Projetos de transferência de tecnologia;
- Projetos de organização da informação tecnológica;
- Projetos e atividades previstas em contratos de prestação de serviços técnicos não rotineiros;
- Projetos de P&D inovadores, cuja execução demanda arranjos simples e prazos relativamente curtos.

Macroprograma 4 – Transferência Tecnologia e Comunicação

Objetivos do MP-4

- Promover a articulação intra e interinstitucional, de competências e esforços, para ampliar a efetividade da TT e da Comunicação;
- Disponibilizar e divulgar a informação técnico-científica e sócio-econômica;
- Criar e manter fluxos de informação e influência recíproca entre Embrapa, seus públicos e a sociedade;
- Monitorar os ambientes internos e externos para identificação de demandas;
- Qualificar e capacitar os agentes de TT.

Natureza das Iniciativas do MP-4

- Projetos e processos de caráter aplicado, temáticos ou interdisciplinares, organizados em núcleos temáticos, equipes interativas ou redes
- Projetos e Processos para incorporar ao setor produtivo os conhecimentos e tecnologias da Embrapa e parceiros, em atendimento às demandas do mercado e da sociedade
- Projetos e Processos para fortalecimento da imagem e manutenção da sustentabilidade institucional junto a seus públicos de interesse e à sociedade

Macroprograma 5 –Desenvolvimento Institucional

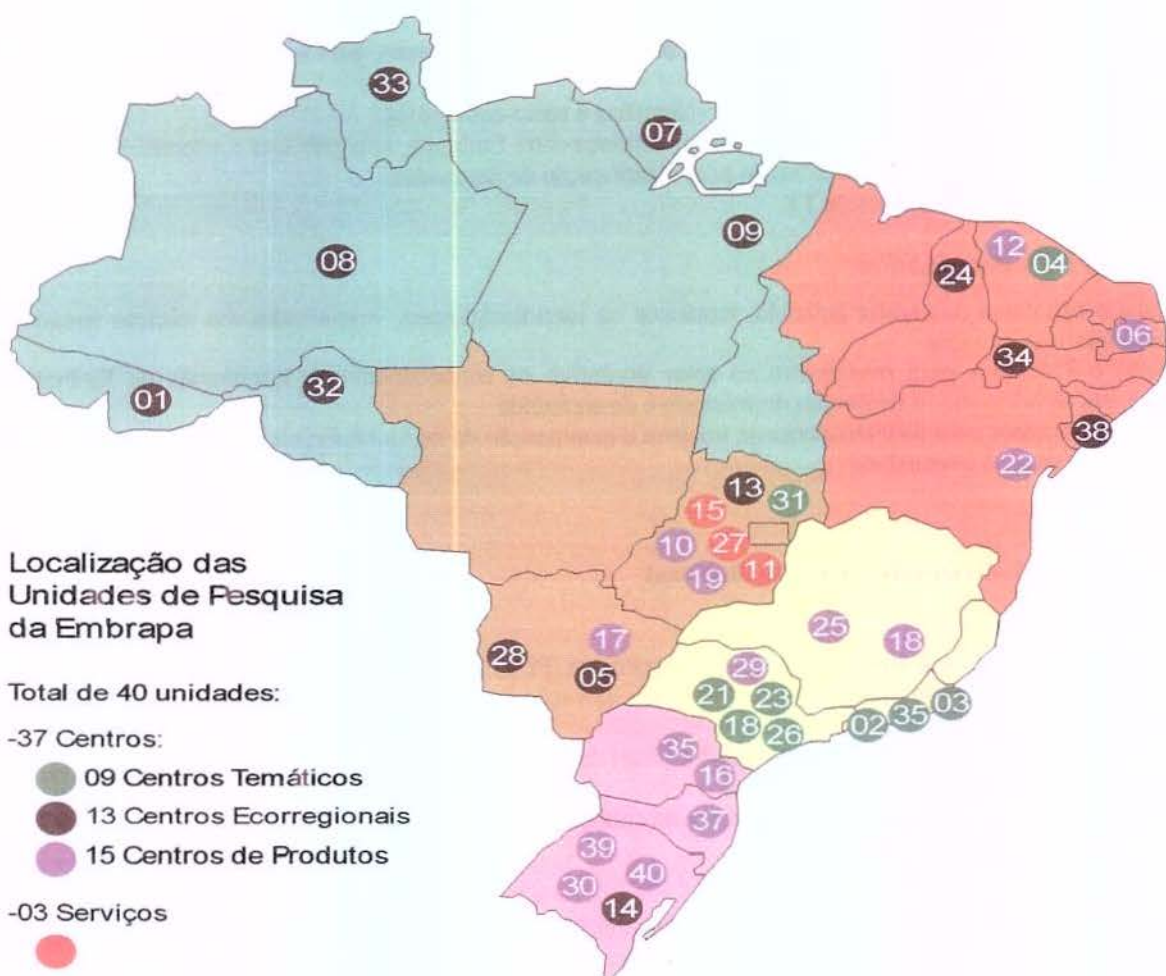
Objetivos do MP-5

- Consolidar e atualizar os instrumentos de gestão estratégica (PDE, Agenda, MGE e PDUs);
- Melhorar resultados e efetividade organizacional, via inovação ou melhoria incremental dos processos técnico-administrativos;
- Desenvolver e aplicar o potencial dos talentos humanos da Embrapa;
- Implantar a gestão por processos na Empresa;
- Implantar processos para gestão da informação e do conhecimento.

Natureza das Iniciativas do MP-5

- Projetos e processos integrando equipes multiinstitucionais e multidisciplinares, que busquem avanços técnicos ou administrativos, radicais ou incrementais, para estabelecimento de novos paradigmas em DI;
- Projetos e processos previstos em contratos de prestação de serviços técnicos em DI;
- Projetos e processos para criação, melhoria ou inovação de processos para as áreas de P&D, TT, Com, DI, TI e de suporte à pesquisa;
- Projetos e processos de caráter corporativo.

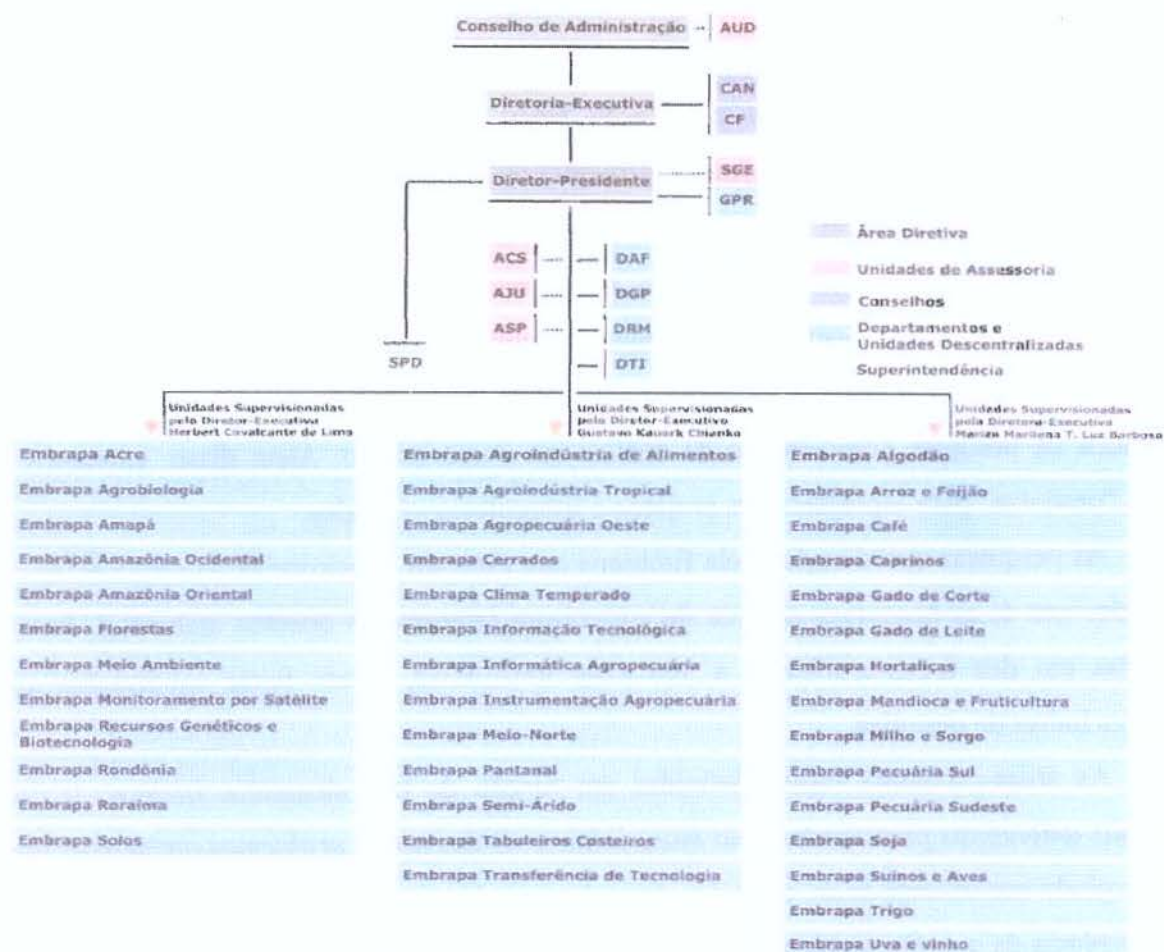
Anexo 11 – Unidades atuais da Embrapa e sua localização



01 - Acre
 02 - Agrobiologia
 03 - Agroindústria de Alimentos
 04 - Agroindústria Tropical
 05 - Agropecuária Oeste
 06 - Algodão
 07 - Amapá
 08 - Amazônia Ocidental
 09 - Amazônia Oriental
 10 - Arroz e Feijão
 11 - Café
 12 - Caprinos
 13 - Cerrados
 14 - Clima Temperado
 15 - Comunicação para Transferência de Tecnologia
 16 - Florestas
 17 - Gado de Corte
 18 - Gado de Leite
 19 - Hortaliças
 20 - Informática Agropecuária

21 - Instrumentação Agropecuária
 22 - Mandioca e Fruticultura
 23 - Meio Ambiente
 24 - Meio-Norte
 25 - Milho e Sorgo
 26 - Monitoramento por Satélite
 27 - Negócios Tecnológicos
 28 - Pantanal
 29 - Pecuária Sudeste
 30 - Pecuária Sul
 31 - Recursos Genéticos e Biotecnologia
 32 - Rondônia
 33 - Roraima
 34 - Semi-Árido
 35 - Soja
 36 - Solos
 37 - Suínos e Aves
 38 - Tabuleiros Costeiros
 39 - Trigo
 40 - Uva e Vinho

Anexo 12 – Organograma Atual da Embrapa

**Legenda**

AUD – Acessória Auditoria Interna
 CAN – Conselho Assessor Nacional
 CF – Conselho Fiscal
 SGE – Secretaria de Gestão Estratégica
 GPR – Gabinete do Diretor Presidente

ACS – Assessoria de Comunicação Social
 AJU – Assessoria Jurídica
 ASP – Assessoria Parlamentar
 DAF – Departamento de Administração Financeira
 DGP – Departamento de Gestão de Pessoas
 DRM – Departamento de Administração de Materiais e Serviços
 DTI – Departamento de Tecnologia da Informação

SPD – Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento

Anexo 13 – Metodologia utilizada para classificar as pesquisas conduzidas pela Embrapa

A fonte de dados para nosso estudo foi o Pronapa (Programa Nacional de Pesquisa Agropecuária). O Pronapa é uma publicação anual da Embrapa no qual se encontram discriminadas as pesquisas (projetos ou subprojetos) realizadas durante o ano.

É importante destacar que os conceitos de projetos e de subprojetos sofreram grandes mudanças nas diferentes sistemáticas de programação de pesquisa. Tais sistemáticas, denominadas de Primeira Sistemática, Modelo Circular e SEP, foram implementadas pela Embrapa ao longo dos anos. Em decorrência desse fato, definimos a menor figura na sistemática de pesquisa como objeto de análise em nosso estudo. Além disso, adotamos a palavra “pesquisa” para representar os projetos e subprojetos avaliados.

As pesquisas coordenadas pela Embrapa que estavam relacionadas ao nosso objetivo de estudo, isto é, as pesquisas na área de agricultura referentes à questão ambiental, foram agrupadas em dez áreas-problema, e, em cada uma delas, foram feitas subdivisões em diferentes linhas de pesquisa.

As áreas-problema foram definidas em função de três elementos básicos: *i) dos problemas ambientais provocados pela monocultura, ii) dos novos problemas ambientais que estão surgindo nos últimos anos; e iii) das novas concepções de agricultura que estão surgindo em decorrência da questão ambiental.*

No que se refere aos problemas ambientais provocados pela monocultura, foram agrupadas as seguintes áreas de interesse: *i) áreas problemas de fitossanidade; ii) correção e fertilidade do solo; iii) sistema de cultivo; iv) melhoramento de plantas; v) biologia do solo; e vi) solos (manejo e conservação).* Já em relação aos novos problemas ambientais, as áreas-problema envolvem questões relativas *i) aos recursos hídricos; ii) à recuperação de áreas degradadas; e iii) ao monitoramento e avaliação ambiental.* Finalmente, quanto às novas concepções de agricultura que estão surgindo em decorrência da questão ambiental, podem ser citados *i) os novos hábitos dos consumidores; e ii) a conseqüente demanda por produtos de apelo ambiental.*

As linhas de pesquisa, por sua vez, referem-se às próprias linhas de pesquisa que foram ou estão sendo conduzidas pela Embrapa. Para classificarmos os projetos/subprojetos nas diferentes linhas de pesquisa, identificamos a temática principal em cada um dos

projetos/subprojetos analisados. A identificação dessa temática ocorreu principalmente em função do título do projeto/subprojeto analisado. Outro elemento que contribuiu para a identificação da temática principal da pesquisa foi o resumo geral das pesquisas conduzidas pelas unidades da Embrapa. É importante ressaltarmos que cada projeto/subprojeto foi classificado em apenas uma linha de pesquisa, sendo que essa classificação, conforme dissemos anteriormente, foi definida de acordo com a temática principal da pesquisa.

As linhas de pesquisa relacionadas ao nosso estudo foram colocadas em uma planilha para facilitar o trabalho. A planilha utilizada para classificar as pesquisas conduzidas pela Embrapa encontra-se na página a seguir.

Planilha utilizada para classificar as pesquisas conduzidas pela Embrapa

	Ano	Ano
	No. Pesq.	No. Pesq.
Pragas Controle químico exclusivo Controle biológico Controle integrado Controle cultural Inseticidas naturais Avaliação de Impacto Ambiental da utilização de controle biológico Biologia, níveis de danos e levantamento das pragas Controle (sem especificação)		
Doenças Controle químico exclusivo Controle biológico Controle integrado Controle cultural Extratos vegetais Biologia, níveis de danos e levantamento de patógenos Controle (sem especificação)	No. Pesq.	No. Pesq.
Nematóides Controle químico exclusivo Controle biológico Controle integrado Controle cultural Extratos vegetais Biologia, níveis de danos e levantamento de nematóides Controle (sem especificação)	No. Pesq.	No. Pesq.
Plantas Daninhas Controle químico exclusivo Controle biológico Controle integrado Controle cultural Controle mecânico Biologia, níveis de danos e levantamento de plantas daninhas Controle (sem especificação)	No. Pesq.	No. Pesq.
Defensivos Agrícolas Resíduos de defensivos nos alimentos Resistência de pragas aos defensivos Resistência de patógenos aos defensivos Efeito residual e persistência de defensivos no solo Efeito de defensivos na microbiologia do solo Contaminação dos recursos hídricos por defensivos e nitratos	No. Pesq.	No. Pesq.

continua na página seguinte

Contaminação dos peixes por defensivos Efeitos tóxicos de defensivos no homem e levantamento de intoxicações Características dos defensivos (testes e propriedades físicas e químicas) Uso racional de defensivos (avaliação de perdas na aplicação, descarte de embalagens) Avaliação do impacto ambiental ocasionado pelo uso de defensivos agrícolas		
Correção e Fertilidade do Solo Calagem (dosagens, métodos de aplicação) Gesso agrícola Adubação química (dosagens, formulação, métodos de aplicação, etc) Adubação química mais calagem Adubação orgânica (incluindo adubação verde) Fertilizantes alternativos (lixo, esterco suíno, vinhaça, torta de filtro, etc.)	No. Pesq.	No. Pesq.
Sistema de Cultivo Rotação e sucessão de culturas Sistema de plantio em consórcio Sistema de plantio em monocultura Época, espaçamento e densidade da semeadura	No. Pesq.	No. Pesq.
Melhoramento de Plantas Ensaio e avaliação de cultivares Seleção de cultivares que não apresentam restrições pedo-climática especiais Seleção de cultivares que apresentam restrições pedo-climática especiais Seleção de cultivares resistentes a pragas, doenças e nematóides Organismos Geneticamente Modificados (transgênicos) Avaliação de impacto ambiental de organismos geneticamente modificados (transgênicos) Banco Germoplasma (caracterização, avaliação e conservação) Outras pesquisas (área de genética básica, bioquímica, cultura de tecidos, engenharia genética)	No. Pesq.	No. Pesq.
Biologia do Solo Atividade microbiológica do solo Efeito das práticas culturais na microbiologia do solo Fixação biológica de nitrogênio (FBN) em leguminosas Fixação biológica de nitrogênio (FBN) em gramíneas Fungos micorrízicos	No. Pesq.	No. Pesq.
Solos (Manejo e conservação) Levantamento, caracterização e classificação dos solos Fertilidade do solo Propriedades físicas e químicas do solo Matéria orgânica do solo Compactação do solo	No. Pesq.	No. Pesq.

continua na página seguinte

Erosão do solo (perda de solo e água) Práticas de conservação do solo Plantio direto		
Recursos Hídricos Caracterização dos recursos hídricos Contaminação da água e dos peixes com mercúrio	No. Pesq.	No. Pesq.
Recuperação de Áreas Degradadas Levantamento, manejo, recuperação dos solos e áreas degradadas Recuperação Matas Galerias e Ciliares Preservação da Mata Atlântica	No. Pesq.	No. Pesq.
Monitoramento e Avaliação Ambiental Agricultura sustentável Indicadores e diagnóstico de sustentabilidade Avaliação, monitoramento e indicadores de impacto ambiental Planejamento e gestão ambiental Educação ambiental Estudo e levantamento dos gases do efeito estufa e balanço de C e N	No. Pesq.	No. Pesq.
Outras Concepções de agricultura Agricultura alternativa Agricultura de precisão Sistemas agroflorestais	No. Pesq.	No. Pesq.
Sementes Produção de sementes Qualidade e sanidade de sementes Produção de mudas, enxertia e propagação vegetativa	No. Pesq.	No. Pesq.
Disciplinares Economia (custos produção), socioeconômica Climatologia Máquinas e Implementos Agrícolas Tecn. Agroindustrial Alimentos Irrigação	No. Pesq.	No. Pesq.
Atividade Animal Produção Animal (Gado/ Suíno/Bubalinos/Equinos/Ovinos/ Aves) Pastagens / Forragens em geral Agropastoril / Agrossilvopastoril Piscicultura / Camarão Animais Silvestres (capivara, jacaré, lobo guará, etc)	No. Pesq.	No. Pesq.

Diversos Atividades e avaliação de transferência de difusão de tecnologia Colheita e pós colheita Calibração de metodologia (solos, adubação, experimentos, índices) Coleta e estudo de plantas medicinais Produção de Energia Plasticultura e estufa Hidropônia Software e equipamentos eletrônicos (invenção e manutenção) Utilização de Imagens Satélites, sensoriamento remoto, mapas, banco de dados georreferenciados Atividade Institucional (reunião técnica/ subprojeto de gestão)	No. Pesq.	No. Pesq.
Outras Pesquisas Outras pesquisas (pesq. que não se enquadram nas classificações anteriores)	No. Pesq.	No. Pesq.